

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y
PROPIEDADES MECÁNICAS ENTRE EL
MORTERO TRADICIONAL Y MORTERO SECO
PREDOSIFICADO, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Walter Yopla Tucto

Asesor:

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen

<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

2022

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	40012838
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	KATIA NATALY CARRIÓN RABANAL	46269439
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	KELY ELIZABETH NÚÑEZ VÁSQUEZ	42679441
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



Document Information

Analyzed document	Tesis_ WalterYoplaTucto_01.docx (D162163871)
Submitted	3/26/2023 8:51:00 AM
Submitted by	
Submitter email	tulio.guillen@upn.pe
Similarity	5%
Analysis address	tulio.guillen.delnor@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Privada del Norte / Tesis Carlos Salinas.pdf Document Tesis Carlos Salinas.pdf (D146838597) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.arkund.com		3
SA	Universidad Privada del Norte / EF_TALLER DE TESIS 2_PASTOR RAVINES ALEX PAUL.docx Document EF_TALLER DE TESIS 2_PASTOR RAVINES ALEX PAUL.docx (D152074738) Submitted by: samuel.laura@upn.pe Receiver: samuel.laura.delnor@analysis.arkund.com		1
W	URL: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3366/1/TL_PacoArmestarJaritza.pdf Fetched: 5/24/2022 6:59:26 PM		1
SA	Universidad Privada del Norte / WALTHER_HERNANDEZ_ROMAN_TESIS_7_TALLER.pdf Document WALTHER_HERNANDEZ_ROMAN_TESIS_7_TALLER.pdf (D130955561) Submitted by: luis.vasquez@upn.pe Receiver: luis.vasquez.delnor@analysis.arkund.com		3
W	URL: https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21286 Fetched: 7/16/2021 6:06:09 AM		1
W	URL: https://core.ac.uk/display/19492472?utm_source=pdfbutm_medium=bannerbutm_campaign=pdf-decorati... Fetched: 3/26/2023 8:51:00 AM		2

DEDICATORIA

A mis padres Abelino Yopla y María Concepción Tucto, quienes me apoyaron durante mi formación profesional, por su confianza, por sus consejos y amor constante e incondicional, y por enseñarme a ser una persona honrada y decidida.

A mi esposa Ana, a mi hermana Maruja, a mi cuñado Lorenzo, a mis tíos, tías y a mis abuelitas Melchora y María, por el inmenso cariño que les tengo y por estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

Al director de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte filial Cajamarca, por su apoyo y confianza para la elaboración del presente proyecto de investigación.

A todos mis docentes, gracias por su tiempo, apoyo y por todos los conocimientos entregados a lo largo de mi aprendizaje durante el periodo de la formación de mi carrera profesional.

A mi asesor por compartir sus conocimientos adquiridos a lo largo de su trayectoria profesional y plasmarlos en el presente proyecto de investigación.

A los encargados del Laboratorio Especializado UPN, se les agradece infinitamente por el apoyo en los ensayos realizados.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	1
INFORME DE SIMILITUD.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	30
1.3. OBJETIVOS	30
Objetivo general	30
Objetivos específicos	30
1.4. HIPÓTESIS	30
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	31
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	49
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS	79
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría de la arena gruesa	25
Tabla 2 Tipos de mortero.....	26
Tabla 3 Propiedades físicas mortero listo.....	28
Tabla 4 Detalle de muestra	33
Tabla 5 Cálculo de Material más fino que pasa por la malla # 200	35
Tabla 6 Masa mínima para ensayo contenido de humedad	36
Tabla 7 Masa mínima del Material más fino que pasa por la malla # 200	37
Tabla 8 Tolerancia de edad de la muestra para ensayo de resistencia a flexión	45
Tabla 9 Dimensiones de diferentes tipos de ladrillo.....	49
Tabla 10 Cantidad de ladrillo por tipo de asentado, por espesor de junta y por dimensiones	49
Tabla 11 Cantidad de mortero para 1 m ² de muro según asentado de ladrillo.....	50
Tabla 12 Resumen de materiales para 1 m ³ de mortero tradicional (Diseño en Anexo 3).....	51
Tabla 13 Cantidad de cemento en bolsas para 1 m ² de muro con mortero tradicional	51
Tabla 14 Cantidad de arena en m ³ para 1 m ² de muro con mortero tradicional.....	51
Tabla 15 Cantidad de agua en m ³ para 1 m ² de muro con mortero tradicional.....	52
Tabla 16 Costo mano de obra.....	52
Tabla 17 Costo de materiales que intervienen en la construcción de 1 m ² de muro con mortero tradicional	52
Tabla 18 Análisis de costo unitario de muro de soga Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 3) mortero tradicional	53
Tabla 19 Análisis de Costo Unitario de muro de cabeza Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 3) mortero tradicional.....	53
Tabla 20 Análisis de Costo Unitario de muro de canto Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 3) mortero tradicional.....	54
Tabla 21 Resumen de materiales para 1 m ³ de mortero seco predosificado (Diseño en Anexo 4).....	54
Tabla 22 Cantidad de mortero seco predosificado en bolsas según asentado de ladrillo para 1 m ² de muro	54
Tabla 23 Cantidad de agua en m ³ según asentado de ladrillo para 1 m ² de muro con mortero seco predosificado	55
Tabla 24 Costo de materiales que intervienen en la construcción de 1 m ² de muro con mortero seco predosificado	55

Tabla 25 Análisis de Costo Unitario muro de saga Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 4) mortero seco predosificado	55
Tabla 26 Análisis de Costo Unitario muro de cabeza Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 4) mortero seco predosificado	56
Tabla 27 Análisis de Costo Unitario muro de canto Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 4) mortero seco predosificado	56
Tabla 28 Resumen de análisis de costos de mortero tradicional y mortero seco predosificado.	57
Tabla 29 Resultado del ensayo Análisis granulométrico de agregado fino.	58
Tabla 30 Resultados contenido de humedad del agregado	59
Tabla 31 Resultados cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado	60
Tabla 32 Datos para cálculo de volumen de molde para peso unitario del agregado.	60
Tabla 33 Resultados ensayo peso unitario de los agregados	61
Tabla 34 Resultados ensayo gravedad específica y absorción de agregados finos	61
Tabla 35 Resumen de datos y especificaciones técnicas de materiales para diseño de mezcla de mortero tradicional.....	62
Tabla 36 Resumen de datos y especificaciones técnicas de mortero seco predosificado	63
Tabla 37 Resumen de ensayo compresión de mortero tradicional a los 3 días	63
Tabla 38 Resumen de ensayo compresión de mortero tradicional a los 7 días	64
Tabla 39 Resumen de ensayo compresión de mortero tradicional a los 28 días	64
Tabla 40 Resumen promedio de ensayo compresión de mortero tradicional a los 3, 7 y 28 días.....	65
Tabla 41 Resumen de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 3 días	65
Tabla 42 Resumen de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 7 días	66
Tabla 43 Resumen de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 28 días	66
Tabla 44 Resumen promedio de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 3, 7 y 28 días.	67
Tabla 45 Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 3 días	67
Tabla 46 Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 7 días	68
Tabla 47 Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 28 días	68
Tabla 48 Resumen promedio de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 3, 7 y 28 días	68
Tabla 49 Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 3 días	70

Tabla 50 Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 7 días	70
Tabla 51 Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 28 días	70
Tabla 52 Resumen promedio de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 3, 7 y 28 días	71
Tabla 53 Resumen de propiedades mecánicas de mortero tradicional y mortero seco predosificado	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mortero seco predosificado.....	27
Figura 2 Esquema de recolección de datos.....	47
Figura 3 Resumen de ACU de mortero tradicional y mortero seco predosificado	57
Figura 4 Variación (%) de costos de mortero tradicional y mortero seco predosificado.....	57
Figura 5 Curva granulométrica de agregado fino.	59
Figura 6 Correspondencia entre los valores de relación agua-cemento y resistencia a la compresión para mortero hechos con cemento portland tipo I y arena de forma angular y textura rugosa.	62
Figura 7 Curva Esfuerzo último promedio vs. Edad de Mortero Tradicional	65
Figura 8 Curva Esfuerzo último promedio vs. Edad de Mortero Seco Predosificado	67
Figura 9 Curva Resistencia a flexión promedio (Kg/cm ²) vs. Edad de Mortero Tradicional (Días)	69
Figura 10 Curva Resistencia a flexión promedio (Kpa) vs. Edad de Mortero Tradicional (Días).....	69
Figura 11 Curva Resistencia a flexión promedio (Kg/cm ²) vs. Edad de Mortero Seco Predosificado (Días)	71
Figura 12 Curva Resistencia a flexión promedio (Kpa) vs. Edad de Mortero Se Predosificado (Días)	71
Figura 13 Resumen de propiedades mecánicas de mortero tradicional y mortero seco predosificado.....	72
Figura 14 Variación (%) de resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado.....	73
Figura 15 Variación (%) de resistencia a flexión de mortero tradicional y mortero seco predosificado.....	73
Figura 16 Cantera Bazán Contratistas generales, se obtuvo el agregado fino para los ensayos	83
Figura 17 Horno de laboratorio especializado de UPN, que se utilizó para secar el agregado fino, realizar los ensayos de granulometría y contenido de humedad	83
Figura 18 Cuarteo de agregado fino para realizar ensayo de granulometría	84
Figura 19 Tamices utilizados para el ensayo de granulometría del agregado fino	84
Figura 20 Taras con agregado fino en horno con muestras de agregado fino para cálculo de contenido de humedad	85
Figura 21 Taras con agregado fino después de sacar del horno a las 24 horas, para calcular contenido de humedad	85
Figura 22 Peso de agregado fino para ensayo de material más fino que pasa por la malla # 200	86
Figura 23 Ensayo de material más fino que pasa por la malla # 200.....	86
Figura 24 Peso de molde vacío para ensayo de peso unitario suelto y compactado.....	87
Figura 25 Colocación de agregado fino en el molde para ensayo de peso unitario suelto	87

Figura 26	Agregado fino en el molde para ensayo de peso unitario compactado	88
Figura 27	Enrasado de material con la varilla para el ensayo de peso unitario suelto y compactado.....	88
Figura 28	Equipos y materiales para ensayo de gravedad específica de agregado fino	89
Figura 29	Saturación de material, después de la colocación 24 horas al horno, para ensayo de gravedad específica de agregado fino por 24 horas	89
Figura 30	Secado al aire libre del agregado fino después de saturar el material.	90
Figura 31	Colocación del material al cono y compactado, se quita el molde, se observa que se desmorona y está listo para el ensayo de gravedad específica.....	90
Figura 32	Colocación de agua en la fiola y se pesa.....	91
Figura 33	Colocación del agregado fino a la fiola con agua y se pesa	91
Figura 34	El material saturado sacado de la fiola se coloca en el horno por 24 horas y luego se pesa las tres muestras.....	92
Figura 35	Moldes (5x5x5cm) para muestras de ensayo a compresión	92
Figura 36	Moldes (4x4x16cm) para muestras de ensayo a flexión	93
Figura 37	Colocación de mortero tradicional y mortero seco predosificado a los moldes para ensayos de resistencia a compresión y a flexión.....	93
Figura 38	Fraguado de muestras por 24 horas.....	94
Figura 39	Desencofrado de muestras para resistencia a compresión después de 24 horas.....	94
Figura 40	Desencofrado de muestras para resistencia a flexión después de 24 horas	95
Figura 41	Curado de muestras en el laboratorio especializado de UPN – Cajamarca.....	95
Figura 42	Secado al aire libre de muestras para ensayo a la edad de 3 días	96
Figura 43	Equipo para la realización de ensayo a compresión y flexión.....	96
Figura 44	Colocación de muestra para ensayo de resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado	97
Figura 45	Ensayo resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 3 días	97
Figura 46	Colocación de muestra para ensayo de resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado	98
Figura 47	Ensayo resistencia a flexión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 3 días	98
Figura 48	Ensayo resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 7 días	99

Figura 49 Ensayo resistencia a flexión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 7 días	99
Figura 50 Ensayo resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 28 días	100
Figura 51 Ensayo resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 28 días.....	100
Figura 52 Ensayo resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 28 días.....	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Módulo de finura del agregado.....	35
Ecuación 2	Contenido de humedad del agregado.....	37
Ecuación 3	Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz N° 200	38
Ecuación 4	Peso Unitario Compactado del agregado.....	40
Ecuación 5	Peso Unitario Suelto del agregado.....	40
Ecuación 6	Peso específico aparente (Seco).....	42
Ecuación 7	Peso específico aparente (SSS).....	42
Ecuación 8	Peso específico nominal (seco).....	42
Ecuación 9	Absorción	42
Ecuación 10	Esfuerzo a compresión.....	43
Ecuación 11	Deformación unitaria (mm)	43
Ecuación 12	Resistencia a flexión de morteros de cementos hidráulico en Kpa	45
Ecuación 13	Resistencia a flexión de morteros de cementos hidráulico en kg/cm ²	45
Ecuación 14	Cantidad de ladrillo por m ²	49
Ecuación 15	Cantidad de mortero por m ²	50
Ecuación 16	Ejemplo de cálculo de cantidad de volumen de mortero por m ²	50

RESUMEN

La importancia de la presente investigación es relevante, debido a que brinda información de la comparación de costos y propiedades mecánicas del mortero tradicional y mortero seco predosificado, en la que se plantea las variaciones que existe entre el costo y propiedades mecánicas, las cuales sirven como fuente de información para la realización de proyectos de edificación en la construcción de muros. El objetivo general es realizar el análisis comparativo en costos y en propiedades mecánicas entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado en Cajamarca en el año 2022. La investigación tiene enfoque cuantitativo, aplicada, prolectiva, transversal y su diseño es no experimental. Entre los principales resultados se puede indicar que la variación del costo del mortero tradicional es menor en un 37.55% con respecto al mortero seco predosificado y que la variación promedio de propiedades mecánicas del mortero seco predosificado es 8.00% mayor que las propiedades mecánicas del mortero tradicional. En conclusión, se debe utilizar mortero tradicional, debido a que la resistencia a compresión a los 28 días es mayor que el mortero seco predosificado y el costo del mortero tradicional es menor, en los tres tipos de asentado (cabeza, sogá y canto), que el mortero seco predosificado.

PALABRAS CLAVES: Costo, propiedades mecánicas, mortero tradicional y mortero seco predosificado

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La presente investigación tiene como antecedentes a nivel internacional a Bustos (2018), la cual en su tesis doctoral denominada “Morteros con propiedades mejoradas de ductibilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto”, planteó como objetivo general: Evaluar la influencia que produce la incorporación de distintos tipos de fibras en las propiedades físicas y mecánicas de morteros de cemento. El tipo de estudio que utilizó el autor fue experimental. Los resultados distinguen el principal inconveniente de los morteros, tanto de los de cemento como de los de cal hidráulica, es su comportamiento relativamente frágil cuando están sometidos a sollicitaciones mecánicas. En la tesis se concluyó que las propiedades físicas de los morteros se ven modificadas por la adición de fibras en su matriz, independientemente del tipo de conglomerante y de fibra.

García (2017) en su tesis doctoral “Elaboración de morteros de cal y bastardos para albañilería fabricados con áridos siderúrgicos”, asumió como objetivo general: Hacer un estudio detallado de los morteros utilizando cal, y específicamente de los morteros de cal fabricados con escorias de acería. Se tuvo un tipo de investigación experimental. Concluyó, que los morteros con diseño para revestimiento de decoraciones verticales revelan buen comportamiento a lo largo del tiempo y el cambio de las condiciones climáticas, obteniendo así que sus propiedades mecánicas son mejores y sus costos serán reducidos por el poco mantenimiento que se realizará.

González (2015) en su tesis doctoral titulada “Especificaciones técnicas para el empleo de morteros preparados de arcillas en construcción”. Tuvo como objetivo general: Ampliar el estudio de los morteros de arcilla como material de construcción para justificar con datos cuantitativos las posibilidades de aplicación para la mejora de ambientes arquitectónicas por las características de regulación de humedad y temperatura que favorece el estado de

bienestar. El estudio fue experimental y cuantitativa. En la que se concluyó que el mortero tradicional al ser mejorado con otros materiales es mejor, pero el mortero al ser fabricado por empresas y llevar a obra como morteros secos prefabricados, garantizan mejor la adherencia del mortero con las unidades de albañilería.

Ferrándiz y García (2012) en su artículo científico titulado “Caracterización física y mecánica de morteros de cemento Portland fabricados con adición de partículas de poliestireno expandido (EPS)”, tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la adición de diferentes tipos y dosificaciones de poliestireno expandido, tanto comerciales como procedentes de reciclado, sobre las características físicas y mecánicas de morteros de cemento Portland. El tipo de investigación fue experimental, debido a que se realizaron experimentos con los dos tipos de morteros. Los resultados que obtuvieron fue que al acrecentar la cantidad de poliestireno propaga la trabajabilidad y las resistencias mecánicas se reducen. Concluyeron que, la resistencia a compresión es notablemente menor al incrementar el contenido de EPS, obteniendo datos de menor valor que la resistencia a compresión del mortero patrón elaborado.

Asimismo, se cuenta con antecedentes a nivel regional, en la que Patiño et al (2018) en su artículo científico “Estudio del comportamiento de muestras de mortero natural sometidas a esfuerzo de compresión”, optaron por su objetivo general a contestar las particularidades de las construcciones, materiales como la cal, la puzolana, y el yeso lo seleccionaron para elaborar un mortero natural o tradicional y compararon sus propiedades físicas y resistencia a la compresión con las de un mortero tipo portland para establecer una comparación de comportamiento para aplicación en edificaciones. Emplearon una metodología experimental. En todos los especímenes se mostró sedimentación derivada por la diferencia de tamaño de partículas y el fenómeno de exudación, ocasionando bajas resistencias en el mortero. Se concluyó que, el mortero natural o tradicional como material

estructural para transmisión de cargas se obtuvieron muy bajas resistencias, debido a causas como su granulometría y posibles equivocaciones en las proporciones de los materiales utilizados.

Mendoza et al (2016) en su artículo científico titulado “Durabilidad de morteros de reparación sustentables expuestos a ambiente industrial” tuvo como objetivo principal evaluar la durabilidad de dos morteros elaborados con reemplazos de ceniza volante (CV) en peso con respecto al cemento total, luego compararon su desempeño con 3 morteros comerciales, expuestos al ataque de CO₂ en el ámbito industrial. El método que utilizaron para verificar sus resultados fue el experimental. Con ello encontraron que, en términos de desempeño y durabilidad los morteros que tienen el mejor comportamiento en propiedades mecánicas son aquellos que son elaborados de manera tradicional.

Vásquez y León (2014) en su artículo científico titulado “Propuesta de diseño de morteros para el mantenimiento, conservación y reparación de edificaciones basados en su resistencia a flexión y compresión” optaron como objetivo general en diseñar los morteros para el mantenimiento, conservación y reparación de edificaciones lo realizaron con cemento PP-25, con arena fina y polvo de piedra de la cantera Planta Libertad de la provincia de Matanzas, utilizando como guía las recomendaciones de las normas. El método que utilizaron fue la experimentación y técnicas asociados a la matemática. Para ello, se identificó la arena fina y el polvo de piedra mediante la medición de sus propiedades geométricas y físicas correspondientes. Para conseguir resultados realizaron ensayos a los 28 días a los morteros elaborados para medir su resistencia a flexión y su resistencia a compresión. Concluyeron, que las variaciones de resistencia son debido a la cantidad de agua, los finos en la mezcla y la cantidad de cemento utilizado. El mortero que habían elaborado con cemento PP-25, arena y polvo de piedra a los 28 días indica valores que tienen un aumento de resistencia a la compresión con respecto a lo establecido en la NC 175: 2002

(Normas de Cuba). Asimismo, indicaron que los morteros de albañilería son más posibles de elaborarlos con cemento PP-25 porque la resistencia a la compresión que pueden llegar al momento de realizar los ensayos son mucho mayor y el costo es menor.

León y Torres (2012) en su artículo científico “Propuesta de mortero para ser utilizado en la reparación y rehabilitación de estructuras”, tuvieron como objetivo general: realizar la propuesta de mortero para ser utilizado en la reparación y rehabilitación de estructuras, verificando su importancia. El método que utilizaron fue la experimentación y métodos agrupados a la matemática y a la estadística. Los resultados que se obtuvieron fueron que las propiedades mecánicas del mortero a compresión y flexión varían de acuerdo a las edades que fueron medidas en el mortero patrón y experimental. Los autores concluyeron que, el mortero Cover Fs Structural V/O modificado no muestra para la resistencia a flexión y compresión diferencia significativa de sus valores entre 1 y 28 días, aunque se observa una disminución con el incremento del tiempo, lo que no limita su utilización en la reparación y rehabilitación de estructuras, además se logra una importante reducción de costos en su obtención.

También, se cuenta con antecedentes a nivel nacional: Orbeago y Quezada (2021) en su tesis titulada “Análisis comparativo del uso de mortero tradicional y mortero predosificado para la reparación de patologías estructurales en la ciudad de Trujillo 2020”. Asumió como objetivo: Analizar qué tan beneficioso resulta el uso de morteros tradicionales en comparación con el uso de morteros predosificado en la reparación de patologías estructurales de la ciudad de Trujillo 2020. Su investigación tiene un enfoque cualitativo de tipo básica, con un nivel descriptivo, también empleó una matriz de categorías que le ayudó también para la recolección de información. Asimismo, el autor concluye que el mortero predosificado es superior al tradicional ya que presenta mejores resultados en cuanto a resistencia a la compresión con 108.09 Mpa, una permeabilidad de $9.13E-10$ m/s, y una

absorción capilar de 0.01 kg/m²h^{1/2}, cumpliendo en su mayoría con lo especificado en la norma europea UNE-EN 1504-3.

Sánchez (2020), presentó en su investigación titulada “Análisis comparativo del comportamiento mecánico de muros de albañilería entre el mortero convencional y mortero seco predosificado, los olivos - 2020”, planteó su objetivo general: Evaluar la diferencia que existe entre el mortero convencional / tradicional y mortero seco predosificado en el comportamiento mecánico de muros en el sistema de albañilería. Su investigación fue aplicada con un enfoque cuantitativo, nivel correlacional y diseño experimental, su población lo consideró igual a la muestra seleccionada. El investigador concluyó, que el mortero convencional o tradicional no alcanzó el promedio de resistencia a compresión final. En el caso del mortero seco predosificado “Rapimix” los resultados de compresión en pilas empleando el ladrillo tipo A, a 7 días está al 75.3% (124.1 kg/cm²) en comparación al mortero tradicional a los 7 días está al 100% (164.9 kg/cm²), y a 14 días está al 59.6% (100.4 kg/cm²) en comparativo con el mortero convencional a 14 días está al 100% (168.6 kg/cm²), y a 21 días está al 69.2% (154.3 kg/cm²) en relación al mortero convencional a 21 días está al 100% (222.9 kg/cm²) y a 28 días está al 68.8% (185.2 kg/cm²) en relación al mortero convencional a 28 días está al 100% (269.1 kg/cm²). La resistencia de las pilas a compresión empleando el seco predosificado “Rapimix” a 7, 14, 21 días y a 28 días, el valor está por debajo del valor de la resistencia empleando el mortero convencional. Por otro lado, el mortero seco predosificado en el ensayo de adherencia sobrepasó el valor de resistencia final del mortero convencional o tradicional. La resistencia a la adherencia empleando el mortero Seco predosificado “Rapimix” a 14 días está al 96.7% (5.90 kg/cm²), y a 21 días está al 92.2% (8.30 kg/cm²) y a 28 días estaría al 88% (6.60 kg/cm²) en relación al mortero tradicional está al 100 % (6.10 kg/cm² a 14 días) y a 21 días al 100% (9.00 kg/cm²), y a 28 días al 100% (7.50 kg/cm²). Se observa una variación de aproximadamente el 11 % mayor

cuando se aplica el mortero tradicional. El mortero rapimix es más barato en lo que es materiales y mano de obra.

Asimismo, se tiene como antecedente nacional a Briceño y Calle (2020), la cual en su indagación titulada “Análisis comparativo de mezclas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones predosificado embolsadas. Piura. 2020”. En su tesis presentaron su objetivo general, el cual fue realizar un análisis comparativo de mezclas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones predosificadas embolsadas en la ciudad de Piura en el año 2020. El diseño que utilizaron los autores es No Experimental – Transversal, con un nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo, consideraron una población conformada por 18 probetas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones predosificado embolsadas: 9 probetas de “mortero rápido” y 9 probetas de mortero “Rapimix” y su muestra que utilizaron fue no probabilística por conveniencia ya que es igual a la población seleccionada. En su conclusión general establecieron que las propiedades físicas de las mezclas de mortero se identificaron que las propiedades físicas de las mezclas de mortero a base de soluciones pre-dosificadas embolsadas MORTERO RAPIDO” y “RAPIMIX” con una compresión a los 28 días fueron: 111 kg/cm² y 117 kg/cm² respectivamente, la temperatura de ambas mezclas fue de 26.5° y 26.9° respectivamente y el asentamiento de ambas mezclas fue de 6 ½ pulgadas y 9 1/4 pulgadas respectivamente.

También, se cuenta con Quispe (2018) en su tesis denominada “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero con aditivo que incrementa la adherencia”, tuvo como objetivo: Realizar el análisis comparativo de propiedades mecánicas en pilas y muretes de albañilería, empleando mortero tradicional y el mortero con aditivo adherente. La tesis tuvo una metodología experimental. Para todos los diseños que realizó en su tesis, evaluó las siguientes propiedades: fluidez, peso unitario, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para el mortero. Finalmente, concluyó

que, la resistencia a la compresión en cubos de los morteros con aditivo es menor en todos los casos estudiados. Para la dosificación de 35kg/m³ alcanzo el (66%), para la dosificación de 40kg/m³ alcanzo el (59%) y para la dosificación de 45Kg/m³ alcanzo (55%), respecto al mortero patrón; es decir que a mayor dosificación de aditivo la resistencia a la compresión se va reduciendo. La resistencia a flexión de los morteros con aditivo es menor en todos los casos estudiados. Para la dosificación de 35kg/m³ alcanzo el (71%), para la dosificación de 40kg/m³ alcanzo el (68%) y para la dosificación de 45Kg/m³ alcanzo (61%), respecto al mortero patrón; es decir que a mayor dosificación de aditivo la resistencia a flexión se va reduciendo.

Finalmente, se tiene como antecedentes a nivel local a: Valdivia (2021) el cual en su tesis denominada “Comparación de la resistencia a la compresión (f'm) de pilas de ladrillo artesanal elaboradas con mortero tradicional y mortero no tradicional (Massa DunDun) – Cajamarca – 2021”, optó como objetivo general: Determinar la resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal local utilizando mortero tradicional P1 y pilas de ladrillo artesanal utilizando mortero con Massa DunDun, el autor tuvo en cuenta la Norma Técnica E.070 de Albañilería. Su tesis tuvo un tipo de investigación aplicada. El autor, concluyó, que en base a los datos obtenidos de f'm de las pilas de ladrillo artesanal, a la cual analizó el valor de las muestras elaboradas con el mortero con Massa DunDun contemplan valores por debajo de las muestras elaboradas con mortero tradicional P1.

Sánchez (2017) en su tesis de maestría titulada “Optimización del diseño de morteros cemento – arena mediante un método gráfico en la ciudad de Cajamarca”, lo planteó como objetivo general: Optimizar el proceso del diseño de morteros cemento – arena mediante la propuesta de un método gráfico en la Ciudad de Cajamarca. El método que utilizó en su búsqueda es deductivo, debido a que intervienen variables cuantitativas para el procesamiento de datos y elaboración de resultados mediante técnicas determinadas. La

conclusión de sus tesis fue que logró mejorar el diseño de morteros cemento: arena mediante una propuesta de método gráfico, en la toma de datos de las particularidades de los agregados, en la precisión para la obtención de la dosificación, y en la precisión para el cálculo del valor de la resistencia.

También se tiene como antecedente a Mori (2017), el cual en su investigación titulada “Capacidad adherente del óptimo mortero para la unión de unidades de ladrillo de suelo-cemento compactado en la ciudad de Cajamarca en el año 2015”, optó por objetivo general: Establecer la dosificación que sea la mejor, de un mortero que se mantenga unido al ladrillo alternativo usando suelo-cemento compactado y el incremento de la resistencia a compresión, tanto axial como diagonal. En sus tesis utilizó el método experimental. El autor concluyó, que el mortero con dosificación adecuada, es el que tiene una proporción en volumen aparente cemento-arena 1: 6, y que, al realizar la evaluación de la resistencia a compresión axial y compresión diagonal en comparación con el mortero seco predosificado, tiene un incremento del 29.38% a compresión axial y de un 97.3% para la compresión diagonal con respecto al mortero tradicional.

Finalmente, se citó a Sánchez (2013) quien indica en su tesis denominada: “Comparación de adherencia entre dos tipos de ladrillo y dos tipos de mortero”, se planteó el siguiente objetivo general: Encontrar los valores de resistencia a carga axial, resistencia al corte, calcular módulo de elasticidad y además estimar el costo de elaboración de cada muro elaborado con ladrillo industrial de arcilla o el ladrillo artesanal de concreto con el mortero cal o sin utilizar cal. En su investigación usó el método experimental. Después de haber obtenido todos los datos planteados en su investigación, el autor concluyó que la mayor adherencia y menor costo para su elaboración fue el ladrillo artesanal de concreto con mortero con cal, con los siguientes valores de $v'c = 10.49 \text{ Kg/cm}^2$, $f'm = 109.27 \text{ Kg/cm}^2$ y $E_m = 58154.00 \text{ Kg/cm}^2$.

Actualmente, el sector construcción está teniendo un avance tecnológico muy importante, debido a que, en muchos casos, solucionan los inconvenientes que puede presentar en obra. Un inconveniente, es la acumulación de arena, agua y cemento para la elaboración de mortero tradicional para unir las unidades de albañilería. Pero se puede solucionar con un mortero seco predosificado y trasladar directamente a obra solo para agregar agua y unir las unidades de albañilería para formar muros. Por ello, para poder construir un adecuado muro, existen ciertas “cualidades que deben reunir los morteros en general: resistencia a la compresión, compacidad que es lo contrario de la porosidad, impermeabilidad, adherencia, laborabilidad o trabajabilidad y durabilidad” (León y Torres, 2012).

Para ello, a continuación, se menciona a los morteros, los cuales son muy importantes para brindar la resistencia adecuada en los muros o tabiques de una edificación, los que garantizan que los que habitan puedan tener una vida tranquila y segura. Estos morteros pueden ser preparados con diferentes materiales, para la presente investigación se consideró al mortero tradicional que contiene cemento, arena y agua, según lo establecido por la NTP 334.051 y el mortero seco predosificado.

Según, Laguna y Villafane (2020) hacen mención que “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” (p.1).

Asimismo, Romero (2022) menciona también que “el mortero de cemento es uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción. Sin embargo, su rango de aplicación está limitado por algunos inconvenientes, como su baja resistencia a tracción y flexión”.

“Actualmente hay en el mercado avances científicos nuevos y algunas son muy eficaces para el asentado de ladrillos, que según sus fichas técnicas los resultados son mayores en comparación a los construidos con mortero tradicional” (Laguna y Villafane, 2020). Es por ello, en la presente tesis se tomará en cuenta al mortero seco predosificado, en la que se buscará si es más conveniente utilizar este tipo de mortero para unir las unidades de albañilería en la construcción de edificaciones.

Para poder realizar cualquier obra, primeramente, se debe tener el presupuesto ya calculado. Este presupuesto se realiza teniendo en cuenta a los metrados y al análisis de precios unitarios, el cual es el costo de una determinada actividad o partida por la unidad de medida previamente seleccionada. Asimismo, según, Flores (2016) establece que “el análisis de precios se compone de equipos, materiales, mano de obra y transporte”. Los materiales pueden ser cemento, arena y agua, los cuales tendrán un costo para comprar, para transportar y asimismo para preparar el mortero. Esto para el caso del mortero tradicional. Por consiguiente, el mortero seco predosificado también tendrá un costo para comprar el producto, para transportar a obra y para preparar en obra.

Bases teóricas

Propiedades mecánicas del mortero

Peso unitario. “Varía normalmente entre los 2000 kg/m^3 y 2200 kg/m^3 , dependiendo por el diseño, el tipo de agregado y la cantidad de agua añadida. Para el procedimiento del ensayo se realiza mediante el uso de un molde de 400 ml de capacidad, el cual es llenado en tres capas, recibiendo 25 golpes por cada una de las capas llenadas” (Quispe, 2018).

Resistencia a la compresión. Es una propiedad mecánica del mortero que permite conocer la durabilidad y la calidad de mortero que se utilizará para unir las unidades de albañilería y conformar un muro.

Resistencia a flexión. “Solo se realiza el ensayo para obtener una medida de calidad de la unidad ensayada. La evaluación se realizará cuando hay un alto alabeo que puede conducir a la muestra a una falla por flexión” (Quispe, 2018)

Costo

El costo representa el monto total de lo invertido en base a tiempo, dinero y esfuerzo realizado en realizar una determinada actividad. Además, simboliza el comprar o producir un bien o un servicio. Asimismo, “un presupuesto de un objetivo de construcción u otra área, se calcula a un valor previo de la cantidad de dinero necesario para ejecutarlo, para cual en muchos casos se toma base a la experiencia conseguida en otras construcciones semejantes” (Beltrán, 2012).

Mortero tradicional.

Definición. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la Norma E.070, establece que “el mortero está conformado por una mezcla de cemento y agregado fino, y para preparar la mezcla se agrega una cierta cantidad de agua que brinde una mezcla favorable para trabajar. Siempre teniendo en cuenta las normas NTP 399.607 y 399.610”.

Componentes

- a) “Los materiales que compone el mortero para su utilización es el Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009, puede ser también el cemento adicionado IP, NTP 334.830, se incluye una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado con cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002” (E.070).
- b) “El material para mezclar y preparar el mortero convencional será el agregado fino considerando a la arena gruesa natural de cerro o río, tiene que estar sin materia orgánica y sales, con las peculiaridades indicadas en la Tabla 1” (E.070).

Tabla 1
Granulometría de la arena gruesa

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Nota: En la Tabla 1 se presenta la granulometría establecida en la Norma Técnica Peruana E.070. En la que menciona el número de malla y el % que pasa por cada número.

“En el ensayo de granulometría evitar un 50% en 2 tamices contiguos. Además, el módulo de finura debe estar entre 1.6 y 2.5. También se debe considerar el 1% en peso máximo de partículas quebradizas. Par la mezcla no debe usarse arena de mar” (E.070).

- c) “El agua para utilizar debe ser potable y libre de sustancias mortíferas, ácidos, alcaloides y materia orgánica que afecten al mortero” (E.070).

Clasificación para fines estructurales. “Los morteros se clasifican en: tipo P, utilizado en la construcción de muros portantes (que soportan cargas vivas y muertas); y NP, usado en muros no portantes (No soportan cargas vivas ni muertas) establecidos en la tabla 2” (NTP E.070).

Proporciones. “Lo que conforma el mortero, tanto el cemento, cal y arena del mortero deben tener las proporciones adecuadas según sus usos indicados en la Tabla 2” (NTP E.070).

Tabla 2
Tipos de mortero

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota: En la Tabla 2, se menciona a los tipos de mortero que pueden ser usados en la construcción de viviendas, para la unión de unidades de albañilería y formar los muros y tabiques.

- “Para poder construir muros, se puede usar morteros predosificados, validando los ensayos de pilas y muretes, las cuales sus resistencias deben ser igual o más a las indicadas en los planos realizados y también aseguren la durabilidad del muro” (Norm E.070).
- “Si no se cuenta con cal hidratada normalizada según norma, se podrá manejar el mortero sin utilizar la cal, siempre y cuando se debe obedecer la relación cemento: arena” (Norma E.070).

Mortero predosificado

Definición. “Son aquellos fabricados previamente y salen al mercado solo para entrega y agregar agua en el lugar requerido por cualquier contratista” (Dávila y Ramírez, 2019).

A continuación, se menciona los tipos de mortero predosificado, los cuales ayudará a la realización de la presente tesis experimental.

Morteros Húmedos: “Son aquellos morteros donde sus módulos primarios como cemento, arena y aditivos están adecuadamente proporcionales. También, pueden tener algún tipo de adición en cantidades útiles. Su mezcla con agua se da en el lugar de fabricación hasta que logre una mezcla adecuada para su uso” (Dávila y Ramírez, 2019).

Morteros secos predosificado: Según, Dávila y Ramírez (2019), mencionan que “son aquellas mezclas donde sus componentes primarios tales como cemento, arena y aditivos están distribuidos eficazmente. Para su almacenamiento se usan sacos de cartón y su preparación con en el agua se da en la obra requerida, hasta que se logre una mezcla deseada”. Los morteros secos, pueden ser transportados en grandes cantidades a obra, ya que estos tienen empaques que son apropiados y así puedan salvaguardar el material de una manera adecuada.

Para poder realizar el experimento con los morteros, a continuación, se establece al mortero seco predosificado que se utilizará en la recolección de datos de la presente investigación. El nombre del mortero seco predosificado es: **MORTERO LISTO:** producto pre dosificado de alta calidad de un solo componente, de muy alta resistencia, ideal para tarrajeo, asentamiento de ladrillo, adoquines, mampostería, etc., que pertenece a la empresa CPA Aditivos.

Figura 1
Mortero seco predosificado



Nota: la figura 1, muestra el mortero seco predosificado utilizado en los ensayos de resistencia a compresión y flexión.

Es un mortero seco predosificado elaborado con arenas silíceas de granulometría controlada, cemento portland, y agentes tixotrópicos de muy buena adherencia muy

activos, que le confieren especiales cualidades, además vienen reforzados con resina de adherencia en una mezcla rica en cemento (Ficha técnica mortero listo).

Ventajas.

Los usos del mortero listo son muy variados:

- Viene listos para usar.
- Garantiza una óptima calidad de trabajo.
- Fácil preparación.
- Permite optimizar mano de obra.

Usos

- ✓ Para todo tipo de trabajos donde se requiere ganar mano de obra en tarrajeos.
- ✓ En trabajos de tarrajeos donde se requiere altas resistencias.
- ✓ Donde se requiere un mortero de buena trabajabilidad para el asentamiento de ladrillos, adoquines, etc.
- ✓ En áreas donde se dificulte el traslado de los agregados para un mortero.

Propiedades físicas

Tabla 3

Propiedades físicas mortero listo

Mortero listo	Especificaciones técnicas	Método ASTM
A1. Consistencia	Polvo granulométrico fino	
A2. Densidad (kg/lt)	1.2 a 1.4 (Seco)	0.1475
A3. Estabilidad		
Envase abierto (hrs)	12	
Envase cerrado (mese)	6	
A4. Color	Gris cemento	
A5. % sólidos (peso y volumen)	100	D-1644
A6. Presentación	Bolsa x 30 Kg	

Nota: En la tabla 3, se establece las propiedades físicas del mortero, con sus especificaciones técnicas y el método ASTM establecido en la ficha técnica mortero listo.

Modo de uso

Las mezclas óptimas son las siguientes (Ficha técnica mortero listo):

- Limpie la zona de aplicar.
- Mezcle una bolsa de mortero listo por 6.25 a 6.5 litros de agua aproximadamente.
- Mezcle hasta obtener una mezcla trabajable.
- Aplique el mortero directamente a la superficie donde desea tarrajea o asentar.
- Hacer el acabado de modo usual.

Durabilidad en ciclos Hielo / Deshielo

Cumple con las normas

ASTM C109 Resistencia a la compresión.

Seguridad

- Consultar la hoja de manejo de materiales (MSDS)
- Uso de EPPS en su aplicación

Almacenamiento

- Tiempo de almacenamiento 6 meses.
- El producto deberá almacenarse en lugares secos bajo techos en su envase original, la temperatura no deberá ser menor de 5 °C ni mayor de 40 °C.

Precauciones

Los productos constituyentes del mortero listo vienen en polvo, no son alcalinos, pero por seguridad se recomienda usar guantes de goma y evitar el contacto directo con la piel, En caso de salpicaduras lave con abundante agua durante 15 minutos, No debe ingerirse (Ficha técnica mortero listo).

Delimitación y justificación de la investigación

La presente investigación está delimitada con los ensayos, de resistencia a compresión y resistencia a flexión, para la elaboración de mortero tradicional y mortero seco predosificado, para asentado de unidades de albañilería, ya sea con asentado de cabeza, sogá y canto. Es por ello, que se habla de la importancia de la presente tesis la que se puede indicar como relevante, debido a que brinda información de variaciones en las propiedades mecánicas y en costos del mortero tradicional y mortero seco predosificado, las cuales sirven como fuente de información para la realización de proyectos de edificación en la construcción de muros.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la variación en costos y en propiedades mecánicas entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado en Cajamarca en el año 2022?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Realizar el análisis comparativo en costos y en propiedades mecánicas entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado en Cajamarca en el año 2022.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar el peso unitario, resistencia a compresión y resistencia a flexión del mortero tradicional y mortero seco predosificado.
- ✓ Mostrar la variación promedio de propiedades mecánicas del mortero tradicional y mortero seco predosificado.
- ✓ Calcular los costos unitarios por metro cuadrado de muro utilizando mortero tradicional y mortero seco predosificado con asentado de cabeza, sogá y canto.
- ✓ Indicar la variación promedio de costos que existe entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado.
- ✓ Recomendar qué tipo de mortero es el más adecuado para utilizar en la construcción de muros de acuerdo a sus propiedades mecánicas y a su costo.

1.4. Hipótesis

El costo del mortero tradicional es menor que el costo del mortero seco predosificado en promedio de 30% y el mortero seco predosificado en promedio es 15% mayor que el mortero tradicional, en sus propiedades mecánicas de resistencia a compresión y resistencia a flexión.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se realizará una medición de las variables de manera práctica, tanto al mortero tradicional y al mortero seco predosificado. Para tener más claro este tipo de enfoque, Corona (2016), alude que “el investigador hace una minuciosa medición de sus variables, sobre la base de objetivos bien definidos y delimitados. Asimismo, puede definir en ciertas situaciones sus variables dependiendo del entorno del estudio. Después de obtener los datos y resultados de la investigación, a los datos se les destinan distintos métodos estadísticos para determinar diferencias estadísticamente importantes entre las variables proporcionadas, envolviendo la utilización de ciertos paquetes estadísticos. lo cual es muy característico de las ciencias con método experimental y se pueden adoptar diversos diseños, ya sea: transversal o longitudinal” (p. 88).

Además, la investigación es de tipo aplicada. Este tipo de estudio se utiliza “cuando la investigación está enfocada a conseguir un nuevo conocimiento reservado a procurar soluciones de problemas prácticos” (Escudero y Cortez, 2018, p. 74).

Asimismo, según la planificación en las mediciones o recolección de datos, la investigación es prolectiva, dado que según Escudero y Cortez (2018) indican que es un “estudio en que la información se acopiará, de acuerdo con los criterios establecidos por el investigador y para los fines específicos de la investigación, después de la planeación de esta” (p. 75).

Igualmente, según el número de mediciones en un determinado tiempo, es transversal, a la que se define como el “un estudio en el cual se mide una sola vez a cada una de las variables y al momento se procede a realizar su descripción o análisis; aquí se tienen que medir las características de uno o más conjuntos de unidades en un momento entregado,

sin pretender evaluar la evolución de esas unidades en estudio” (Escudero y Cortez, 2018, p. 75).

Al mismo tiempo, según la intervención del investigador es no experimental, dado que, según lo que se está presentando, no se está alterando las variables de estudio, no se modificaron con adiciones u otros componentes a los morteros, solo se está comparando sus propiedades mecánicas y sus costos. Además el diseño es no experimental, la que según, Escamilla (2016) menciona que “es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos”.

A continuación, en la presente tesis se presenta la población, muestra, Materiales, instrumentos y métodos.

Población: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E.070 – Albañilería, en el capítulo 3 (Componentes de albañilería) en el ítem 3.3.5, se tomará en cuenta a 5 especímenes para calcular un promedio. Para la presente tesis, se realizó 6 especímenes por edad de 3 , 7 y 28 días por tipo de mortero para el ensayo de resistencia a compresión, de dimensiones 5x5x5 cm. Asimismo, se realizó 5 muestras por edad de 3, 7 y 28 días por tipo de mortero para el ensayo de resistencia a flexión de dimensiones 4x4x16 cm. Es decir, será un total de 66 especímenes. Para un mejor entendimiento se detalla lo especímenes en el ítem de muestra.

Muestra: Se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4
Detalle de muestra

Tipo de mortero	Ensayo	Cantidad	Edad o tiempo a realizar el ensayo
Mortero tradicional	Resistencia a compresión	06	03 días
		06	07 días
		06	28 días
	Resistencia a flexión	05	03 días
		05	07 días
		05	28 días
Subtotal		33 especímenes	
Mortero seco predosificado	Resistencia a compresión	06	03 días
		06	07 días
		06	28 días
	Resistencia a flexión	05	03 días
		05	07 días
		05	28 días
Subtotal		33 especímenes	
Total		66 especímenes	

Nota: En la tabla 4, se establece la cantidad de especímenes utilizados en la presente tesis.

En el presente capítulo se presenta a los materiales, instrumentos y métodos de cada ensayo requerido para la realización de la presente tesis. Para ello, se detalla de acuerdo a las normas de cada uno de los ensayos, que han sido plasmados en los protocolos de la Universidad Privada del Norte.

ENSAYO 1. GRANULOMETRÍA.

a) Normas

ASTM C136 / NTP 400.012

b) Materiales y equipos

- ✓ Balanza. Tiene que tener sensibilidad al 0.1% del peso de las muestras a usar en los ensayos.

- ✓ Tamices: Los tamices deberán cumplir con la Norma Técnica Peruana 350.001. Regularmente, se pueden emplear la serie de tamices de 6” de diámetro para ensayos de granulometría. Estos tamices deben estar fabricados en una sola pieza para evitar pérdida de material.
- ✓ Horno: Es un equipo que mantiene una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Muestra. Las muestras de agregado fino de la cantera “Bazán Contratistas Generales S.R.L.” para la realización del ensayo análisis granulométrico, después de ser secadas, deberán pesar mínimo 300 gramos

c) Procedimiento del ensayo.

- ✓ Paso 1. Desecar la muestra a ensayar a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Paso 2. Seleccionar los tamices convenientes para hacer valer las especificaciones del material que se va a ensayar, los tamices se ubican en orden decreciente por tamaño de abertura.
- ✓ Paso 3. Efectuar el tamizado manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un tiempo adecuado y que las partículas queden en sus respectivos diámetros.
- ✓ Paso 4. Restringir la cantidad de material a ensayar en un tamiz con el objetivo que todas las partículas puedan alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante el proceso de tamizado.
- ✓ Paso 5. Se continúa el tamizado por un periodo que se logre realizar bien el ensayo, de tal manera que al final no más del 1% del material del residuo exceda uno de los tamices, pasará a través del tamiz durante 1 min de tamizado manual.
- ✓ Paso 6. Finalmente, pesar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser comparada con la masa de la muestra colocada sobre cada uno de los tamices Si la cantidad es más de 0.3%, el resultado del ensayo no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

d) Expresión de resultados.

Tabla 5

Cálculo de Material más fino que pasa por la malla # 200

Tamiz	Peso Ret (g)	% Ret Parcial	% Ret Acumulado	% Que Pasa
1	A	$A/X = G$	G	100 - G
2	B	$B/X = H$	$G + H = M$	100 - M
3	C	$C/X = I$	$M + I = N$	100 - N
4	D	$D/X = J$	$N + O = P$	100 - P
5	E	$E/X = K$	$P + Q = R$	100 - R
Fondo	F	$F/X = L$	$R + S = T$	100 - T
	$\Sigma = X$	$\Sigma = 100\%$	--	--

Nota: En la tabla 5 se establece el procedimiento de cálculo para la granulometría de agregados, la cual fue tomado del Instructivo para Práctica de Laboratorio Tecnología del Concreto de UPN-C.

Ecuación 1

Módulo de finura del agregado.

$$M.F = \frac{(\Sigma \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)}{100}$$

Donde:

M.F = Módulo de finura

ENSAYO 2. CONTENIDO DE HUMEDAD.

a) Normas

ASTM C566 / NTP 339.185.

b) Materiales y equipos

- ✓ Balanza: Debe tener una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra de prueba en cualquier punto del rango de uso.

- ✓ Horno: Es un equipo capaz de conservar la temperatura alrededor de cada muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Recipiente: Se debe adquirir un recipiente que no afecte su forma y su tamaño debe ser suficiente para el material.
- ✓ Mezclador: Puede ser una cuchara o una espátula de metal con la punta aislada para evitar el calor (de ser el caso).
- ✓ Muestra: La muestra para contenido de humedad y otros ensayos deberá ser conseguida según NTP 400.010. Asimismo, deberá tomarse en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 6
Masa mínima para ensayo contenido de humedad

TMN Agregado	Masa Mínima (Kg)
4.75 mm (N° 4)	0.5
9.5 mm (3/8" pulg)	1.5
12.5 mm (1/2" pulg)	2.0
19.0 mm (3/4" pulg)	3.0
25.0 mm (1" pulg)	4.0
37.5 mm (1 1/2" pulg)	6.0
50.0 mm (2 pulg)	8.0

Nota: En la Tabla 6, se establece la masa mínima de acuerdo al TMN que se debe utilizar para realizar el ensayo de contenido de humedad. Lo establecido está de acuerdo a la NTP 339.185

c) Procedimiento del ensayo.

- ✓ Paso 1. Se debe pesar la muestra inicial tal y como se recoge de la cantera "Bazán Contratistas Generales S.R.L." y registrar el peso (W).
- ✓ Paso 2. Colocar la muestra en una tara y dejar en el horno por 24 horas.
- ✓ Paso 3. Después de las 24 horas saca y dejar enfriar las 3 muestras un tiempo de 15 minutos y luego registrar el peso final.

d) Expresión de resultados.

Ecuación 2
Contenido de humedad del agregado

$$H = \frac{W - D}{D} * 100$$

Donde:

H = Contenido de humedad total evaporable del agregado (en %)

W = Masa de la muestra húmeda original (en gramos)

D = Masa de la muestra seca original (en gramos)

ENSAYO 3. PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA N°200.

a) Normas

ASTM C117 / NTP 400.018

b) Materiales y equipos

- ✓ Tamices: Se usará el tamiz N° 200.
- ✓ Balde: Debe ser de suficiente volumen para que la muestra esté cubierta con agua y se pueda agitar sin perder material ni agua.
- ✓ Balanza: Debe estar pesar con sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra.
- ✓ Horno: Es un equipo que mantiene una temperatura constante de 105°C ± 5°C.
- ✓ Agente humectante: Se debe usar agua.
- ✓ Muestra: La muestra para este ensayo es obtenida según la NTP 400.010.

Tabla 7
Masa mínima del Material más fino que pasa por la malla # 200

TMN Agregado	Masa Mínima (g)
4.75 mm (N° 4) o menor	300
9.5 mm (3/8" pulg)	1000
19.0 mm (3/4" pulg)	2500
37.5 mm (1 1/2" pulg) o mayor	5000

Nota: En la Tabla 7, se establece la masa mínima de acuerdo al TMN que se debe utilizar para realizar el ensayo de Material más fino que pasa por la malla # 200. Lo establecido está de acuerdo a la NTP 400.018.

c) Procedimiento del ensayo.

- ✓ Paso 1. Secar la muestra en el horno por 24 horas. La cantidad de la muestra seca será de acuerdo a la tabla 6.
- ✓ Paso 2. Colocar la muestra en un balde y se adiciona agua suficiente para cubrirla aproximadamente 3 cm como mínimo. Luego, agitar la muestra enérgicamente con el propósito de provocar una separación de las partículas finas y gruesas. Seguidamente, colocar el agua sobre el tamiz N° 200, cuidando al decantar las partículas más gruesas de la muestra.
- ✓ Paso 3. Añadir la cantidad de agua suficiente a la muestra y repetir el paso anterior las veces que sea necesario hasta que el agua del lavado se encuentre clara.
- ✓ Paso 4. Finalmente, recuperar todo el material retenido sobre el tamiz N° 200 mediante un chorro de agua Y luego colocar al horno para secar y registrar la masa seca.

d) Expresión de resultados.

Ecuación 3

Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz N° 200

$$A = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Donde:

A = % del material más fino que pasa por el tamiz N° 200 (vía húmeda)

P1 = Peso de la muestra original (en gramos)

P2 = Peso de la muestra ensayada (en gramos)

ENSAYO 4. PESO UNITARIO SUELTO Y PESO COMPACTADO DEL AGREGADO**FINO**

a) Normas

MTC E203 - ASTM C29 - NTP400.017

b) Materiales y equipos

- Molde. Que facilita el llenado del agregado con un volumen previamente seleccionado.

- Varilla. Sirve para compactar y enrasar el agregado en el molde.
- Cucharón. Se usa para llenar el agregado al molde.
- Agregados. Se extrae de la cantera “Bazán Contratistas Generales S.R.L”. Se utiliza agregado fino o agregado grueso, según sea el caso, teniendo en cuenta el TMN para la selección del molde, la cual se establece a continuación:

Agregado Grueso

TMN: 2” (V=0.028 m³)

TMN: 1 1/2” (V=0.014 m³)

TMN: 1” (V=0.0093)

TMN: 1/2” (V=0.0028)

Agregado Fino

Arena gruesa o Fina: (V=0.0093)

c) Procedimiento del ensayo

Para agregado compactado

- Paso 1. Pesar el molde sin agregado.
- Paso 2. Colocar la primera capa de agregado en el molde y compactar 25 veces con la varilla.
- Paso 3. Añadir una segunda capa de agregado al molde y compactar 25 veces con la varilla.
- Paso 4. Colocar una tercera capa de agregado hasta que sobresalga del molde, luego compactar 25 veces y enrasar.
- Paso 5. Finalmente pesar el molde más el agregado.

Para agregado suelto

- Paso 1. Pesar el molde sin agregado.

- Paso 2. Se añade agregado en una sola capa hasta llenar el molde, a una altura de 5 cm del molde.
- Paso 3. Se enrasa y se pesa el molde más el agregado.

d) Expresión de resultados

Ecuación 4

Peso Unitario Compactado del agregado

$$P.U.C = \frac{(\text{Peso molde} + AG \text{ compactado}) - \text{Peso molde}}{\text{Vol. Molde}}$$

Donde

P.U.C = Peso Unitario Compactado del agregado.

AG Compactado = Agregado compactado

Vol. Molde = Volumen de molde

Ecuación 5

Peso Unitario Suelto del agregado

$$P.U.C = \frac{(\text{Peso molde} + AG \text{ suelto}) - \text{Peso molde}}{\text{Vol. Molde}}$$

Donde

P.U.C = Peso Unitario Suelto del agregado.

AG Suelto = Agregado Suelto

Vol. Molde = Volumen de molde

ENSAYO 5. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

a) Normas

ASTM C128 / NTP 400.022)

b) Materiales y equipos

- Balanza: Debe tener una sensibilidad de 0.1% del peso medido y con una capacidad mínima de 1000 g.
- Fiola: Es un frasco volumétrico de 500 cm³ o más de capacidad.
- Molde Cónico: Es de metal con dimensiones en la parte superior, inferior y altura, que son las siguientes: 40, 90 y 75 milímetros, respectivamente.
- Barra compactadora: Es de metal de 340 gramos y 25 milímetros de diámetro.
- Horno: Es un equipo que regular la temperatura constante de 110°C ± 5°C.

- Muestra: La muestra deberá ser conseguida de acuerdo a la NTP 400.043 / ASTM C 702. Cabe destacar la cantidad mínima de agregado fino para este ensayo es de 1000 g.

c) Procedimiento del ensayo

Preparación de la muestra

- Paso 1. Se deberá secar el material en el horno a temperatura constante antes de iniciar el ensayo por 24 horas.
- Paso 2. Cubrir con agua el agregado seco por espacio de 24 horas. El agua debe estar 2 cm por encima del material.
- Paso 3. Secar el material sobre una superficie plana a temperatura ambiente y revolver con frecuencia a fin de garantizar un secado semejante.
- Paso 4. El paso 3 se repite hasta que los granos del material no se fijen marcadamente entre sí mismos.
- Paso 5. Luego colocar el material suficiente en el molde cónico y golpear la superficie 25 veces con la barra de metal; levantar el molde verticalmente y observar:
- Paso 6. Si el agregado fino mantiene su forma (cónica) es indicativo de que aún hay humedad libre, por lo que se deberá seguir revolviendo y secando el material.
- Paso 7. Si el agregado fino se desmorona al levantar el molde, se ha logrado conseguir el estado SSS deseado.
- Paso 8. Si el agregado fino se desmorona al primer intento, es indicativo que ya se ha trasgredido el estado SSS deseado, por lo que deberá adicionarse algunos cm³ de agua a fin de remezclar el material e iniciar el procedimiento anterior.

Procedimiento de Ensayo

- ✓ Paso 1. Introducir en la fiola, 500 g de agregado fino en condición SSS y registrar “S”.
- ✓ Paso 2. Llenar con agua la fiola hasta la marca de 500 cm³. Luego agitar cuidadosamente el frasco con agua y arena a fin de que las partículas se emparejen.

Separar las burbujas mediante rolado del frasco o mediante una pipeta. Luego, dejar descartar y volver a llenar hasta la marca de 500 cm³ del frasco. Anotar peso “C”.

- ✓ Paso 3. Finalmente, se recupera el agregado fino, decantando el agua con mucho cuidado. Se seca el agregado fino en el horno por 24 horas. Luego de ello, se registra el peso “A”. llenar la fiola con agua hasta los 500 cm³ pesar y registrar peso “B”.

d) Expresión de resultados

Ecuación 6

Peso específico aparente (Seco)

$$P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C}$$

Donde

P.e.a (seco) = Peso específico aparente (Seco)

A = Peso al aire de la muestra desecada.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua.

S = Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua.

Ecuación 7

Peso específico aparente (SSS)

$$P. e. a(SSS) = \frac{S}{B + S - C}$$

Donde

P.e.a (SSS) = Peso específico aparente (SSS)

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua.

S = Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua.

Ecuación 8

Peso específico nominal (seco)

$$P. e. n(Seco) = \frac{A}{B + A - C}$$

Donde

P.e.n (seco) = Peso específico nominal (seco)

A = Peso al aire de la muestra desecada.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua.

Ecuación 9

Absorción

$$Abs(\%) = \frac{S - A}{A} * 100$$

Donde

Abs (%) = Absorción.

A = Peso al aire de la muestra desecada.

S = Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca.

ENSAYO 6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

a) Normas.

MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051

b) Materiales y equipos

- ✓ Balanza con capacidad de 2000 gr y sensibilidad de 2 gr.

- ✓ Tamices

- ✓ Probetas 1000 ml

- ✓ Tanque de curado Moldes
- ✓ Mezcladora.
- ✓ Compactador.
- ✓ Badilejo
- ✓ Prensa hidráulica

c) Procedimiento del ensayo

- ❖ Paso 1. La mezcla del mortero será manual o mecánica. Las cantidades pueden variar de acuerdo a un diseño de mezcla.
- ❖ Paso 2. Luego de la mezcla se inicia a llenar los moldes de 5x5x5 cm. Para ello, se coloca una capa de aproximadamente 1" de espesor y se apisona con 32 golpes, cambiando los golpes entre los moldes. Se llenan los moldes con una segunda y tercera capa y se realiza el mismo procedimiento.
- ❖ Paso 3. Al terminar la operación de llenado, se deja fragua durante 24 horas y luego de ello se deja en la poza de curado hasta que se inicie con las pruebas de compresión.
- ❖ Paso 4. Finalmente, las muestras que van a ser ensayadas a los 3, 7 y 28 días, se sacan del tanque de curado secándolos con un paño, mientras se van pasando a la prensa hidráulica.

d) Expresión de resultados

Ecuación 10

Esfuerzo a compresión

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde

σ = Esfuerzo en kg/cm².

P = Carga (Kg-f)

A = Área cara promedio (largo x ancho)

Ecuación 11

Deformación unitaria (mm)

$$\epsilon u = \frac{\text{Deformación}}{h_{\text{prom.}} * 10}$$

Donde

ϵu = Deformación unitaria (mm)

h_{prom.} = Altura promedio de espécimen.

ENSAYO 7. RESISTENCIA A FLEXIÓN

a) Normas

ASTM C 348 / NTP 334.120

b) Materiales y equipos

- Balanza y pesas de capacidad 1000 g \pm 0,1 g.
- Mezcladora, paleta, recipiente de mezcla y raspador.
- Mesa de flujo.
- Dispositivo de Flexión y accesorios.
- Moldes. Con dimensiones 40 mm x 40 mm x 160 mm.
- Apisonador.
- Probeta graduada de 250 mL \pm 1 mL, a 20 °C.
- Tamices.
- Espátula o badilejo de acero de 112 mm x 254 mm.
- Guantes de jebe.
- Arena
- Agua
- Deben prepararse tres (3) o más muestras para cada periodo de ensayo.

c) Procedimiento del ensayo

- ✓ Paso 1. Primeramente, se lubrica a los moldes.
- ✓ Paso 2. Seguidamente, se prepara el mortero y se llena los moldes de 4x4x16 cm. Se deja fraguar por 24 horas y luego se realizará el desencofrado para dejarlas en la poza de curado.
- ✓ Paso 3. Las muestras que van a ser ensayadas sacan de la poza de curado, se secan y se limpia su superficie y se pasan a la máquina de prueba. Todos los especímenes se probarán dentro de las siguientes tolerancias que se indica en la tabla 7:

Tabla 8
Tolerancia de edad de la muestra para ensayo de resistencia a flexión

Edad de la muestra	Tolerancia
24 horas	± 1/2 hora
3 días	± 1 hora
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Nota: En la Tabla 8, se presenta la tolerancia de horas y días de acuerdo de edad de la muestra, la información fue extraída de MTC E 617.

d) Expresión de resultados

Ecuación 12

Resistencia a flexión de morteros de cementos hidráulico en Kpa

$$S = 0.28P$$

Donde
 S = Resistencia a la flexibilidad, KPa
 P = Carga máxima total, N

Ecuación 13

Resistencia a flexión de morteros de cementos hidráulico en kg/cm²

$$f't = \frac{My}{I} \quad f't = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde

f't: Resistencia a la flexión (Kg/cm²)
 P: Carga máximo de falla del espécimen (Kg)
 L: Longitud promedio del espécimen (cm)
 b: Ancho promedio del espécimen (cm)
 h: Altura promedio del espécimen (cm)

La técnica de muestreo utilizada en la presente investigación es no probabilística y del tipo por conveniencia, a la que Otzen y Manterola (2017), señalan que “por conveniencia permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, se basa en la facilidad para acceder a los datos e información de investigador” (p. 230).

La técnica de recolección de datos para la presente investigación fue la observación directa, la cual permite recopilar datos cuantitativos, de acuerdo a las características de todas las variables y siempre se respeta lo que puede se observa y no lo que ya se ha registrado anteriormente.

El instrumento de recolección de datos que se utilizó es los protocolos de la Universidad Privada del Norte, en la cual se recolectó todos los datos de los experimentos

realizados a cada espécimen sometido a la máquina de resistencia a compresión, a flexión y peso unitario. De tal manera que las fichas fueron detalladas y organizadas, facilitando la compresión de todos los datos para la interpretación. El instrumento es creado de acuerdo a lo que se necesita para responder a la pregunta de investigación.

La técnica de análisis de datos utilizada en la presente tesis es la estadística descriptiva, ya que admitió organizar, resumir y comprender la estructura de los datos recolectados en cada uno de los experimentos. Una forma de realizar esto es mediante gráficos de sencilla elaboración e interpretación. Es decir, se analizará la muestra en estudio y se representarán, los resultados mediante gráficos y tablas.

Como instrumento de análisis de datos se utilizó el programa de computación denominado Microsoft Excel versión 2016, el cual tiene como función organizar y procesar la información recopilada de cada uno los experimentos, del mortero tradicional y mortero seco predosificado, mediante tablas y gráficos de manera detallada y comprensible.

El Procedimiento de recolección de datos, para la presente investigación, se consignó de la siguiente manera:

Paso 1. Información Bibliográfica, en la que se eligió información de los últimos 10 años, la que consistió en la búsqueda de información en libros, tesis y artículos científicos publicados en internet, en plataformas como Redalyc, repositorios de universidades y Google Académico. Para esto se utilizaron palabras clave tales como: Costos, propiedades mecánicas, mortero tradicional y mortero seco predosificado, lo que fue de gran utilidad para la realización de la presente tesis.

Paso 2. La investigación presenta criterios de inclusión y exclusión de la información encontrada. Luego de realizar la recolección de la información se procedió a seleccionar las investigaciones que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión para después proceder

a realizar una lectura detallada y extraer la información necesaria, para el desarrollo del capítulo I.

Paso 3. Lectura. Una vez obtenidas y seleccionadas las investigaciones se realizó una lectura minuciosa para extraer la información más importante relacionada a costos y propiedades mecánicas de los morteros tradicionales y morteros secos predosificado.

Paso 4. Llenado de protocolo. Con este formato se pretende organizar toda la información recolectada en el experimento, con el fin de tener un reporte apropiado de cada testigo sometido a prueba.

Figura 2
Esquema de recolección de datos



Nota: En la figura 2, se muestra el proceso seguido para la elaboración de la tesis. Se inició desde las búsqueda de artículos que avalan los resultados y la elaboración de especímenes para los ensayos correspondientes.

El Procedimiento para realizar el análisis de datos y de información de la tesis presente, se realizó de la siguiente manera:

Paso 1. Diagnóstico. Una vez realizada la etapa de recolección de datos, se procedió a analizar las variaciones en costos y propiedades mecánicas de los morteros tradicionales y el mortero seco predosificado.

Paso 2. Tabulación de la información. Una vez obtenida la información se dio inicio al procesamiento de datos con el apoyo del programa Microsoft Excel con el fin de determinar los resultados, por medio de tablas con sus respectivos gráficos correspondientes sobre el análisis comparativo de costos y propiedades mecánicas entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado.

Paso 3. Resultados. Una vez tabulada toda la indagación ya se puede obtener los resultados con un análisis cuantitativo y con ellos se inicia con el análisis de cada gráfica con el fin de interpretar.

Paso 4. Discusión. Una vez procesado los resultados se realiza la discusión comparando resultados con los estudios previos, estableciendo las diferencias o las coincidencias de la investigación.

Paso 5. Conclusiones. Luego de obtener cada uno de los resultados y realizar la discusión, se procede a realizar las conclusiones teniendo en cuenta los objetivos, para ver si se ha cumplido o no se puede cumplir con la idea plasmada al inicio de la realización del tema.

Aspectos éticos. Para la realización de la presente tesis se ha respetado los derechos de cada uno de los autores citados en la presente investigación, haciendo referencia a cada uno de ellos ya que ha sido redactado según la Norma APA séptima edición y en relación de los estudios realizados son confiables, por lo que destacamos cada dato que sirvió para la realización de la presente tesis.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Para el análisis de costos del mortero tradicional y mortero seco predosificado, se ha planteado el cálculo para 1 m² de muro de diferente asentado: cabeza, soga y canto. En cada tipo de asentado y con diferente tipo de mortero (mortero tradicional y mortero seco predosificado) existe una variación de costo, la que al final se calculará el promedio. Para ello, se presenta el cálculo de cantidad de ladrillo, utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 14

Cantidad de ladrillo por m²

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) * (H + J_v)}$$

Donde:

CL = Cantidad de ladrillos por m².

L = Longitud de ladrillo (m)

J_h = Espesor junta horizontal (m)

H = Altura de ladrillo (m)

J_v = Espesor junta vertical (m)

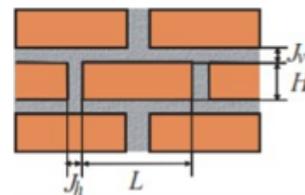


Tabla 9

Dimensiones de diferentes tipos de ladrillo

Tipos de ladrillo	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Espesor de junta (m)
King Kong	0.24	0.13	0.09	0.01
King Kong	0.24	0.13	0.09	0.015
Pandereta	0.24	0.12	0.09	0.01
Pandereta	0.24	0.12	0.09	0.015
Macizo artesanal	0.24	0.115	0.08	0.01
Macizo artesanal	0.24	0.115	0.08	0.015

Nota: En la tabla 9, se indica las dimensiones de ladrillos, con espesor de mortero diferente de 1 cm y 1.5 cm. Esto servirá para calcular la cantidad de ladrillo por m².

Tabla 10

Cantidad de ladrillo por tipo de asentado, por espesor de junta y por dimensiones

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	Sin desperdicio			Con desperdicio (5%)		
		Cabeza	Soga	Canto	Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	72	40	29	76	42	30
	1.50	66	38	28	69	40	29
Pandereta (9x12x24)	1.00	77	40	31	81	42	33
	1.50	71	38	30	75	40	32
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	89	45	32	93	47	34
	1.50	81	42	31	85	44	33

Nota: En la tabla 10, se indica la cantidad de ladrillo que ingresa en 1 m² por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos. Asimismo, se calculó sin desperdicio y con desperdicio (5%).

Ecuación 15

Cantidad de mortero por m²

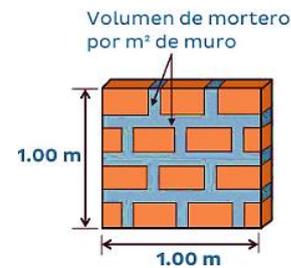
$$V_{mo} = V_{mu} - V_{la}$$

Donde:

V_{mo} = Volumen de mortero (m³/m²)

V_{mu} = Volumen de muro (m³/m²)

V_{la} = Volumen de ladrillos (m³/m²)



Para llenar la tabla 10, se tomó como ejemplo al ladrillo King Kong (9x13x24 cm), que con asentado de soga se calculó 38 ladrillos sin desperdicio para una junta de 1.5 cm. Con ello, solo se podrá cambiar las dimensiones de los ladrillos, la cantidad de ladrillos y se obtendrá el volumen de mortero para 1 m² de muro.

Ecuación 16

Ejemplo de cálculo de cantidad de volumen de mortero por m²

$$V_{mo} = \underbrace{1 * 1 * 0.13}_{V_{mu}} - \underbrace{38 * 0.09 * 0.013 * 0.24}_{V_{la}} = 0.023 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Espesor del muro (1 m) Cantidad de ladrillo sin desperdicio (38) Volumen del ladrillo (0.09 * 0.013 * 0.24)

Tabla 11

Cantidad de mortero para 1 m² de muro según asentado de ladrillo

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	mortero (m ³ /m ²)		
		Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	0.038	0.018	0.009
	1.50	0.055	0.023	0.011
Pandereta (9x12x24)	1.00	0.040	0.016	0.010
	1.50	0.056	0.022	0.012
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	0.043	0.016	0.009
	1.50	0.061	0.022	0.012

Nota: En la tabla 11, se indica la cantidad de ladrillo que ingresa en 1 m² por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos.

A continuación, se muestra la tabla de los materiales calculados para 1 m³ de mortero tradicional, el diseño se muestra en el Anexo 3.

Tabla 12
Resumen de materiales para 1 m³ de mortero tradicional (Diseño en Anexo 3)

Material	Cantidad	Desperdicio (10%)	Unidad	Cantidad	Unidad
Cemento	330.96	364.06	kg	8.57	Bls
Arena gruesa	1611.79	1772.97	kg	1.77	m ³
Agua	214.13	235.54	lt	0.24	m ³

Nota: En la tabla 12, se indica la cantidad de materiales, que se calculó en el diseño de mezcla de mortero tradicional para 1 m³. También, se muestra la cantidad con el desperdicio (10%). Estos datos calculados se convirtieron de kg a bolsas, en el caso de cemento y de kg a m³ en el caso de arena y agua, la conversión sirve para poder calcular los precios unitarios del mortero tradicional.

Tabla 13
Cantidad de cemento en bolsas para 1 m² de muro con mortero tradicional

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	Cemento (bolsas/m ²)		
		Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	0.3242	0.1515	0.0734
	1.50	0.4685	0.1996	0.0975
Pandereta (9x12x24)	1.00	0.3464	0.1399	0.0827
	1.50	0.4796	0.1843	0.1049
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	0.3727	0.1340	0.0801
	1.50	0.5241	0.1908	0.0990

Nota: En la tabla 13, se indica la cantidad de cemento en bolsas que ingresa en 1 m² de muro utilizando mortero tradicional, por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos. Las cantidades mostradas están calculadas con el desperdicio del 10%.

Tabla 14
Cantidad de arena en m³ para 1 m² de muro con mortero tradicional

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	Arena (m ³ /m ²)		
		Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	0.0669	0.0313	0.0152
	1.50	0.0968	0.0412	0.0201
Pandereta (9x12x24)	1.00	0.0715	0.0289	0.0171
	1.50	0.0991	0.0381	0.0217
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	0.0770	0.0277	0.0165
	1.50	0.1082	0.0394	0.0204

Nota: En la tabla 14, se indica la cantidad de arena en m³ que ingresa en 1 m² de muro con mortero tradicional, por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos. Las cantidades plasmadas están calculadas con el desperdicio del 10%.

Tabla 15
 Cantidad de agua en m³ para 1 m² de muro con mortero tradicional

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	Agua (m ³ /m ²)		
		Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	0.0091	0.0042	0.0021
	1.50	0.0131	0.0056	0.0027
Pandereta (9x12x24)	1.00	0.0097	0.0039	0.0023
	1.50	0.0134	0.0052	0.0029
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	0.0104	0.0038	0.0022
	1.50	0.0147	0.0053	0.0028

Nota: En la tabla 15, se indica la cantidad de agua en m³ que ingresa en 1 m² de muro con mortero tradicional, por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos. Las cantidades plasmadas están calculadas con el desperdicio del 10%.

Una vez presentado el cálculo de materiales que intervienen en la construcción de 1 m² de muro, se tiene como finalidad plasmar el costo unitario de 1 m² de muro con mortero tradicional, de acuerdo al tipo de asentado, espesor de junta y dimensiones de ladrillo. Para ello, se toma en cuenta los costos que intervienen en el cálculo de APU:

Tabla 16
 Costo mano de obra

Costo mano de obra (CAPECO 2022-2023)		
Capataz	Jornal diario	S/ 116.67
Operario	Jornal diario	S/ 80.50
Oficial	Jornal diario	S/ 63.15
Peón	Jornal diario	S/ 56.80
Capataz	hh	S/ 14.58
Operario	hh	S/ 10.06
Oficial	hh	S/ 7.89
Peón	hh	S/ 7.10

Nota: En la tabla 16, se indica el costo de mano de obra por jornal diario y por hora hombre según lo establecido por CAPECO 2022-2023.

Tabla 17
 Costo de materiales que intervienen en la construcción de 1 m² de muro con mortero tradicional

Recurso	Unidad	Costo con IGV	Costo sin IGV
Ladrillo macizo artesanal	Und	S/ 1.20	S/ 1.02
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bls	S/ 32.00	S/ 27.12
Arena gruesa	m ³	S/ 70.00	S/ 59.32
Agua	m ³	S/ 5.00	S/ 4.24

Nota: En la tabla 17, se indica los costos de los materiales, con IGV y sin IGV, que se utilizan para construir un metro cuadrado de muro con mortero tradicional.

Tabla 18
Análisis de costo unitario de muro de sogá Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 3) mortero tradicional

Partida: Muro de sogá Junta 1.5 cm (según diseño Anexo 3)							
Rendimiento	m ² /DIA	6.9200	EQ.	6.9200	Costo unitario directo por: m2 S/ 70.23		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
1.0000	Capataz		hh	0.1000	0.1156	14.58	1.69
2.0000	Operario		hh	1.0000	1.1561	10.06	11.63
3.0000	Peón		hh	0.5000	0.5780	7.10	4.10
							17.42
Materiales							
1.0000	Ladrillo macizo artesanal		Und		44.0000	1.02	44.75
2.0000	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)		bls		0.1908	27.12	5.17
3.0000	Arena gruesa		m ³		0.0394	59.32	2.34
4.0000	Agua		m ³		0.0053	4.24	0.02
							52.28
Equipos							
1.0000	Herramientas Manuales		%MO		3.0000	17.42	0.52
							0.52

Nota: En la tabla 18, se calculó el análisis de costo unitario para la construcción de 1 m² de muro de sogá con mortero tradicional, en donde intervienen los recursos de mano de obra, materiales y equipos. También se consideró herramientas manuales al 3%. El rendimiento y la cuadrilla es un dato tomado de CAPECO. Para el asentado de muro de sogá con una junta de 1.5 cm, se tiene como resultado el ACU de S/ 70.23.

Tabla 19
Análisis de Costo Unitario de muro de cabeza Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 3) mortero tradicional

Partida: Muro de cabeza Junta 1.5 cm (según diseño Anexo 3)							
Rendimiento	m ² /DIA	5.5500	EQ.	5.5500	Costo unitario directo por: m2 S/ 129.50		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
1.0000	Capataz		hh	0.1000	0.1441	14.58	2.10
2.0000	Operario		hh	1.0000	1.4414	10.06	14.50
3.0000	Peón		hh	0.5000	0.7207	7.10	5.12
							21.72
Materiales							
1.0000	Ladrillo macizo artesanal		Und		85.0000	1.02	86.44
2.0000	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)		bls		0.5241	27.12	14.21
3.0000	Arena gruesa		m ³		0.1082	59.32	6.42
4.0000	Agua		m ³		0.0147	4.24	0.06
							107.13
Equipos							
1.0000	Herramientas Manuales		%MO		3.0000	21.72	0.65
							0.65

Nota: En la tabla 19, se calculó el análisis de costo unitario para la construcción de 1 m² de muro de cabeza con mortero tradicional, en donde intervienen los recursos de mano de obra, materiales y equipos, a la que se consideró herramientas manuales de 3%. El rendimiento y la cuadrilla es un dato tomado de CAPECO. Para el asentado de muro de cabeza con una junta de 1.5 cm, se tiene como resultado el ACU de S/ 129.50.

Tabla 20
Análisis de Costo Unitario de muro de canto Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 3) mortero tradicional

Partida: Muro de canto Junta 1.5 cm (según diseño Anexo 3)								
Rendimiento	m2/DIA	6.8900	EQ.	6.8900	Costo unitario directo por: m2			S/ 55.47
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
1.0000	Capataz		hh	0.1000	0.1161	14.58	1.69	
2.0000	Operario		hh	1.0000	1.1611	10.06	11.68	
3.0000	Peón		hh	0.5000	0.5806	7.10	4.12	
							17.49	
Materiales								
1.0000	Ladrillo macizo artesanal		Und		33.0000	1.02	33.56	
2.0000	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)		bls		0.0990	27.12	2.68	
3.0000	Arena gruesa		m3		0.0204	59.32	1.21	
4.0000	Agua		m3		0.0028	4.24	0.01	
							37.46	
Equipos								
1.0000	Herramientas Manuales		%MO		3.0000	17.49	0.52	
							0.52	

Nota: En la tabla 20, se calculó el análisis de costo unitario para la construcción de 1 m² de muro de canto con mortero tradicional, en donde intervienen los recursos de mano de obra, materiales y equipos, a la que se consideró herramientas manuales de 3%. El rendimiento y la cuadrilla es un dato tomado de CAPECO. Para el asentado de muro de canto con una junta de 1.5 cm, se tiene como resultado el ACU de S/ 55.47.

Tabla 21
Resumen de materiales para 1 m³ de mortero seco predosificado (Diseño en Anexo 4)

Resumen de material para 1 m ³ de mortero seco predosificado						
Material	Cantidad	Desperdicio (10%)	Unidad	Cantidad	Unidad	
Mortero seco predosificado (30 kg)	2220	2442	kg	81.40	Bls	
Agua	481	529.1	lt	0.53	m ³	

Nota: En la tabla 21, se indica la cantidad de materiales, que se calculó en el diseño de mezcla de mortero seco predosificado para 1 m³. Asimismo, se muestra la cantidad con el desperdicio de 10%. Estos datos calculados se convirtieron de kg a bolsas, en el caso de mortero seco predosificado (30 kg) y de kg a m³ en el caso de agua, la conversión sirve para poder calcular los precios unitarios del mortero seco predosificado.

Tabla 22
Cantidad de mortero seco predosificado en bolsas según asentado de ladrillo para 1 m² de muro

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	Mortero seco predosificado (bolsas/m ²)		
		Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	3.0789	1.4392	0.6974
	1.50	4.4503	1.8963	0.9260
Pandereta (9x12x24)	1.00	3.2899	1.3284	0.7853
	1.50	4.5558	1.7504	0.9963
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	3.5399	1.2731	0.7606
	1.50	4.9778	1.8123	0.9403

Nota: En la tabla 22, se indica la cantidad de mortero seco predosificado en bolsas que ingresa en 1 m² de muro utilizando mortero seco predosificado, por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos. Las cantidades mostradas están calculadas con el desperdicio del 10%.

Tabla 23
Cantidad de agua en m³ según asentado de ladrillo para 1 m² de muro con mortero seco predosificado

Tipos de ladrillo	Junta (cm)	Agua (m ³ /m ²)		
		Cabeza	Soga	Canto
King Kong (9x13x24)	1.00	0.0200	0.0094	0.0045
	1.50	0.0290	0.0123	0.0060
Pandereta (9x12x24)	1.00	0.0214	0.0086	0.0051
	1.50	0.0297	0.0114	0.0065
Macizo artesanal (8x11.5x24)	1.00	0.0230	0.0083	0.0050
	1.50	0.0324	0.0118	0.0061

Nota: En la tabla 23, se indica la cantidad de agua en m³ que ingresa en 1 m² de muro con mortero seco predosificado, por tipo de asentado, por espesor de junta y por las dimensiones de los ladrillos. Las cantidades creadas están calculadas con el desperdicio del 10%.

Tabla 24
Costo de materiales que intervienen en la construcción de 1 m² de muro con mortero seco predosificado

Recurso	Unidad	Costo con IGV	Costo sin IGV
Ladrillo	Und	S/. 1.20	S/. 1.02
Mortero seco predosificado	bls	S/. 21.24	S/. 18.00
Agua	m ³	S/. 5.00	S/. 4.24

Nota: En la tabla 24, se indica los costos de los materiales, con IGV y sin IGV, que intervienen en la construcción de un metro cuadrado de muro con mortero seco predosificado.

Tabla 25
Análisis de Costo Unitario muro de sogá Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 4) mortero seco predosificado

Partida:	Muro de sogá Junta 1.5 cm (según diseño Anexo 4)						
Rendimiento	m ² /DIA	6.9200	EQ.	6.9200	Costo unitario directo por: m ²		S/ 95.36
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
1.0000	Capataz		hh	0.1000	0.1156	14.58	1.69
2.0000	Operario		hh	1.0000	1.1561	10.06	11.63
3.0000	Peón		hh	0.5000	0.5780	7.10	4.10
							17.42
Materiales							
1.0000	Ladrillo macizo artesanal		Und		44.0000	1.02	44.75
2.0000	Mortero seco predosificado (30 kg)		bls		1.8123	18.00	32.62
4.0000	Agua		m ³		0.0118	4.24	0.05
							77.42
Equipos							
1.0000	Herramientas Manuales		%MO		3.0000	17.42	0.52
							0.52

Nota: En la tabla 25, se calculó el análisis de costo unitario para la construcción de 1 m² de muro de sogá con mortero seco predosificado, considerando los recursos de mano de obra, materiales y equipos, a la que se consideró herramientas manuales de 3%. %. El rendimiento y la cuadrilla es un dato tomado de CAPECO. Para el asentado de muro de sogá con una junta de 1.5 cm, se tiene como resultado el ACU de S/ 95.36.

Tabla 26

Análisis de Costo Unitario muro de cabeza Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 4) mortero seco predosificado

Partida: Muro de cabeza Junta 1.5 cm (según diseño Anexo 4)							
Rendimiento	m2/DIA	5.5500	EQ.	5.5500	Costo unitario directo por: m2		S/ 198.55
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
1.0000	Capataz		hh	0.1000	0.1441	14.58	2.10
2.0000	Operario		hh	1.0000	1.4414	10.06	14.50
3.0000	Peón		hh	0.5000	0.7207	7.10	5.12
							21.72
Materiales							
1.0000	Ladrillo macizo artesanal		Und		85.0000	1.02	86.44
2.0000	Mortero seco predosificado (30 kg)		bls		4.9778	18.00	89.60
4.0000	Agua		m3		0.0324	4.24	0.14
							176.18
Equipos							
1.0000	Herramientas Manuales		%MO		3.0000	21.72	0.65
							0.65

Nota: En la tabla 26, se calculó el análisis de costo unitario para la construcción de 1 m² de muro de soga con mortero seco predosificado, considerando los recursos de mano de obra, materiales y equipos, a la que se consideró herramientas manuales de 3%. %. El rendimiento y la cuadrilla es un dato tomado de CAPECO. Para el asentado de muro de cabeza con una junta de 1.5 cm, se tiene como resultado el ACU de S/ 198.55.

Tabla 27

Análisis de Costo Unitario muro de canto Junta 1.5 cm (Según diseño Anexo 4) mortero seco predosificado

Partida: Muro de canto Junta 1.5 cm (según diseño Anexo 4)							
Rendimiento	m2/DIA	6.8900	EQ.	6.8900	Costo unitario directo por: m2		S/ 68.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
1.0000	Capataz		hh	0.1000	0.1161	14.58	1.69
2.0000	Operario		hh	1.0000	1.1611	10.06	11.68
3.0000	Peón		hh	0.5000	0.5806	7.10	4.12
							17.49
Materiales							
1.0000	Ladrillo macizo artesanal		Und		33.0000	1.02	33.56
2.0000	Mortero seco predosificado (30 kg)		bls		0.9403	18.00	16.93
4.0000	Agua		m3		0.0061	4.24	0.03
							50.52
Equipos							
1.0000	Herramientas Manuales		%MO		3.0000	17.49	0.52
							0.52

Nota: En la tabla 27, se calculó el análisis de costo unitario para la construcción de 1 m² de muro de canto con mortero tradicional, en donde intervienen los recursos de mano de obra, materiales y equipos, a la que se consideró herramientas manuales de 3%. %. El rendimiento y la cuadrilla es un dato tomado de CAPECO. Para el asentado de muro de canto con una junta de 1.5 cm, se tiene como resultado el ACU de S/ 68.53.

Tabla 28

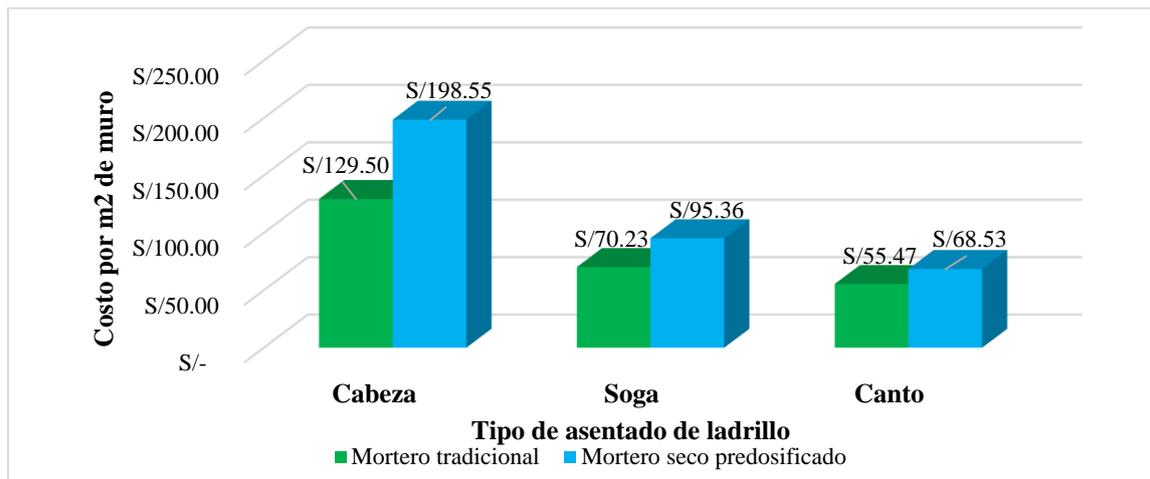
Resumen de análisis de costos de mortero tradicional y mortero seco predosificado.

Tipo de asentado de ladrillo	Tipo de mortero	
	Mortero tradicional	Mortero seco predosificado
Cabeza	S/ 129.50	S/ 198.55
Soga	S/ 70.23	S/ 95.36
Canto	S/ 55.47	S/ 68.53

Nota: En la tabla 28, se muestra los costos unitarios por metro cuadrado de cada tipo de mortero y por cada tipo de asentado.

Figura 3

Resumen de ACU de mortero tradicional y mortero seco predosificado

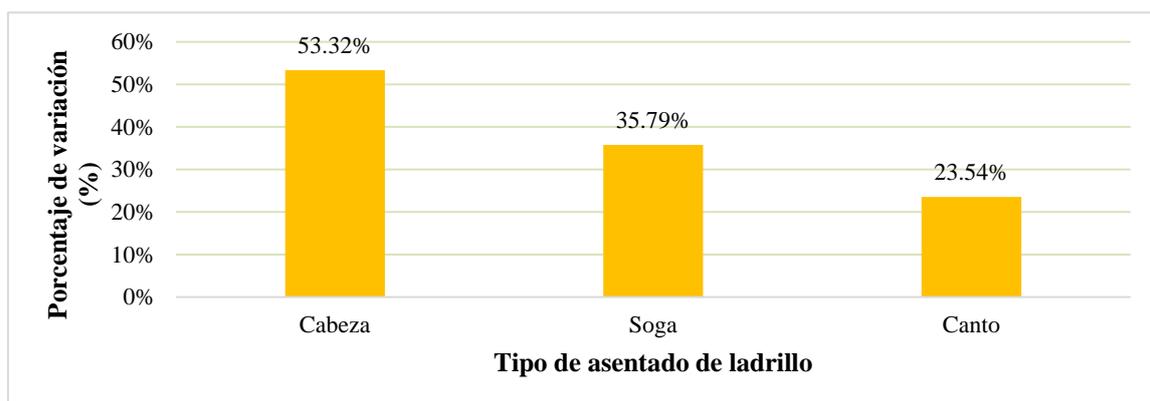


Nota: En la figura 3, se muestra que el mortero tradicional de asentado de cabeza tiene un costo de S/129.50 por m² de muro, S/ 70.23 de asentado de cabeza y S/ 55.47 de asentado de canto. Asimismo, el mortero seco predosificado asentado de cabeza tiene un costo de S/198.55, S/ 95.36 asentado de cabeza y S/ 68.53 asentado de canto por m² de muro.

Con la presentación de los costos unitarios de los tres tipos de asentado de ladrillo, a continuación, se plasma la variación que existe entre ambos tipos de mortero:

Figura 4

Variación (%) de costos de mortero tradicional y mortero seco predosificado.



Nota: En la figura 4, se muestra que el asentado de cabeza tiene una variación de 53.32% del mortero seco predosificado con respecto al mortero tradicional. Asimismo, se observa que el asentado de sogas tiene una variación de 35.79% del mortero seco predosificado con respecto al mortero tradicional. También, se muestra que el asentado de canto tiene una variación de 23.54% del mortero seco predosificado con respecto al mortero tradicional. Es decir, en todos los casos el mortero seco predosificado tiene un mayor costo con un promedio de 37.55%, con respecto al mortero tradicional.

Ensayos de laboratorio para diseño de mortero tradicional para definir sus propiedades mecánicas

Análisis granulométrico de agregado (ASTM C136 / NTP 400.012)

Tabla 29
Resultado del ensayo Análisis granulométrico de agregado fino.

N°	TAMIZ		PESO RETENI DO (gr)	% RETENI DO (%)	% RETENIDO ACUMULA DO (%)	% PASANTE ACUMULA DO (%)	HUSO GRANULOMÉTRICO (Según Norma E.070)	
	(pulg)	(mm)					Límite inferior	Límite superior
1	N° 4	4.75	21.70	3.62	3.62	96.38	100	100
2	N° 8	2.36	79.10	13.19	16.81	83.19	80	100
3	N° 10	2.00	-	-	-	-	-	-
4	N° 16	1.18	74.30	12.39	29.20	70.80	70	100
5	N° 30	0.60	66.60	11.10	40.30	59.70	40	75
6	N° 50	0.30	188.70	31.46	71.76	28.24	10	35
7	N° 100	0.15	153.40	25.58	97.34	2.66	2	15
8	N° 200	0.075	12.80	2.13	99.47	0.53	0	2
9	Bandeja	0.00	3.20	0.53	100.00	0.00	-	-
SUMATORIA			599.80	100.00				

Peso inicial (Antes de tamizar): 600 g

Peso Final (Luego de tamizar): 599.80 g

Error Permitido (0.3% máx): 0.03%

Nota: En la Tabla 29, se establece los valores obtenidos del ensayo Análisis granulométrico de agregado fino. En la que se resalta el % retenido acumulado que permite calcular el pasante acumulado (%) que sirve para realizar las gráficas correspondientes.

Según la NTP 400.012, establece que para calcular la granulometría se utiliza todas las mallas, para el caso del módulo de finura no se utiliza la malla N° 10 y N° 200. Para el cálculo del módulo de finura se utilizó la Ecuación 1, obteniendo un valor de 2.59. Este dato sirve para realizar el diseño de mezcla del mortero.

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ Y } 100)}{100}$$

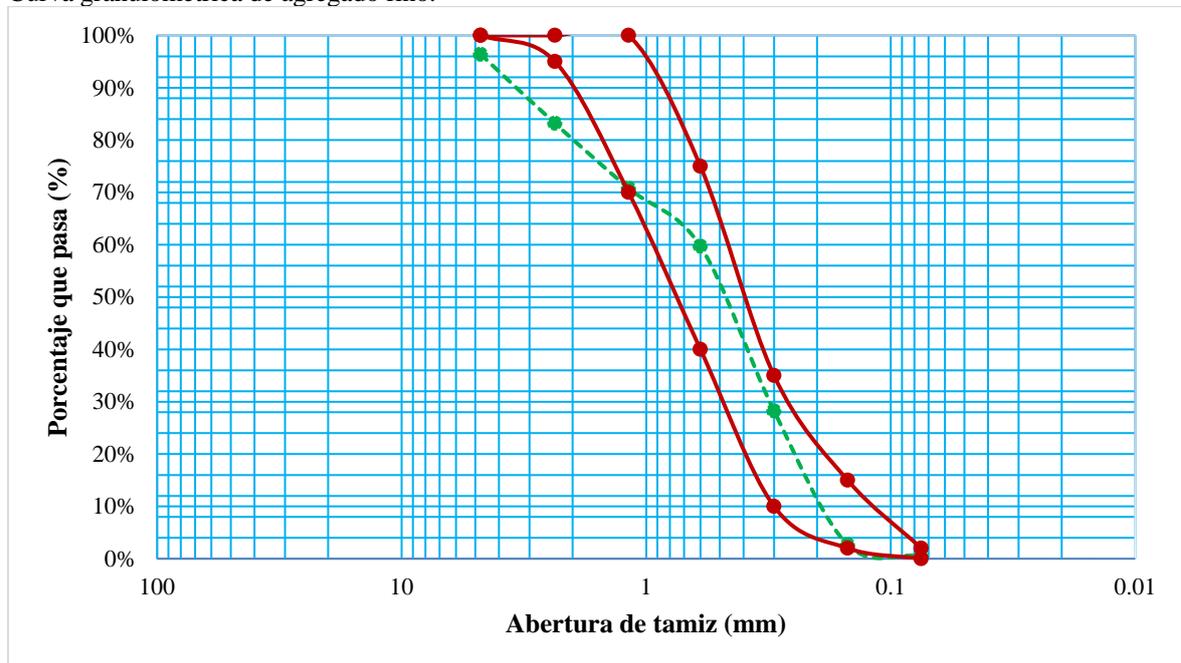
$$M.F = \frac{(3.62 + 16.81 + 29.20 + 40.30 + 71.76 + 97.34)}{100}$$

$$M.F = 2.59$$

A continuación, se muestra la figura 4 que indica la curva granulométrica del ensayo del agregado fino.

Figura 5

Curva granulométrica de agregado fino.



Nota: En la figura 5, se presenta la curva granulométrica del ensayo realizado al agregado fino, la cual se relaciona con los Husos establecidos en la Norma E.070. Se observa el porcentaje que pasa (%) Vs. Abertura de tamiz (mm). Las líneas de color rojo indican los Husos y la línea de color verde indica la curva granulométrica del agregado utilizado en el ensayo, la cual es de la cantera “Bazán Contratistas Generales”.

Contenido de humedad (MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127)

Para el cálculo de contenido de humedad del agregado fino se ha usado la Ecuación 2, con todos los datos obtenidos en los ensayos realizados en laboratorio. Para ello, en la tabla 29 se detalla los resultados.

Tabla 30

Resultados contenido de humedad del agregado

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	g	83.00	80.90	76.10
C	Recipiente + Agregado húmedo	g	700.00	698.20	701.60
D	Recipiente + Agregado Seco	g	677.80	675.30	676.80
E	Peso del Agua (Ww) C - B	g	617.00	617.30	625.50
F	Peso Agregado Seco (Ws) D - B	g	594.80	594.40	600.70
W%	Porcentaje de humedad (E-F/F)*100	%	3.73	3.85	4.13
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		3.90	

Nota: En la Tabla 30, se establece los valores obtenidos, en laboratorio, del ensayo de contenido de humedad del agregado fino. El cálculo indica que el promedio es igual a 3.90%, este dato es muy importante en el diseño de mezcla del mortero tradicional.

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado (MTC E 202 / ASTM C117 / NTP 400.018)

Para el cálculo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado del agregado se utilizó la Ecuación 3, en la tabla 10 se establece los resultados obtenidos.

Tabla 31
Resultados cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de la muestra original seca	gr	500.00	500.00	500.00
B	Peso de la muestra lavada y seca	gr	472.00	479.00	481.00
C	Material que pasa el tamiz N° 200 $C = A - B$	gr	28.00	21.00	19.00
	Material promedio que pasa el tamiz N° 200	gr		22.67	
D	% que pasa el tamiz N° 200 por lavado $D = (C / A) * 100$	%	5.60	4.20	3.80
	% promedio que pasa el tamiz N° 200 por lavado	%		4.53	

Nota: En la tabla 31, se establece los valores encontrados, en laboratorio, del ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado. El cálculo indica que el promedio es igual a 4.53%.

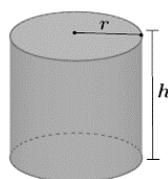
Peso unitario de los agregados (MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017)

Par este ensayo se ha tomado las dimensiones del molde, para realizar el cálculo de volumen del mismo, por lo que, el procedimiento de cálculo se muestra a continuación:

Tabla 32
Datos para cálculo de volumen de molde para peso unitario del agregado.

DIÁMETRO (D) cm		ALTURA (h) cm	
D1:	20.40	h1:	28.90
D2:	20.50	h2:	28.90
D3:	20.40	h3:	29.00
Dpromedio:	20.43	hpromedio:	28.93
Radio (r) cm:	10.22		

Nota: En la tabla 32, se presenta los datos de la medición al molde para el cálculo de peso unitario del agregado. Por lo que el valor de $r = 10.22$ cm y $h = 28.93$ cm. Con estos datos se calcula el volumen.



$$A_s = 2 \pi r (r + h)$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi (10.22)^2 (28.93)$$

$$V = 9492.93 \text{ cm}^3$$

$$V = 0.0095 \text{ m}^3$$

Para el cálculo de peso unitario se utilizó las ecuaciones 4 y 5. Por lo que en la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos en laboratorio y los respectivos cálculos usando las ecuaciones.

Tabla 33
 Resultados ensayo peso unitario de los agregados

AGREGADO FINO			VOLUMEN MOLDE			0.0095 m ³
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	19.50	19.68	19.56	
B	Peso del Molde	Kg	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	14.72	14.90	14.78	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	Kg/m³	1549.47	1568.42	1555.79	1557.89
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	18.12	18.20	18.12	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	Kg	13.34	13.42	13.34	
G	PESO UNITARIO SUELTO D = C / Vol. Molde	Kg/m³	1404.21	1412.63	1404.21	1407.02

Nota: En la tabla 33, se muestra los resultados del ensayo Peso Unitario de agregados, en la que el peso unitario compactado tiene un valor promedio de 1557.89 kg/m³ y el peso unitario suelto promedio del agregado fue 1407.02 kg/m³.

Gravedad específica y absorción de agregados finos (MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022)

Para el cálculo de este ensayo se utilizaron las ecuaciones 6, 7, 8 y 9.

Tabla 34
 Resultados ensayo gravedad específica y absorción de agregados finos

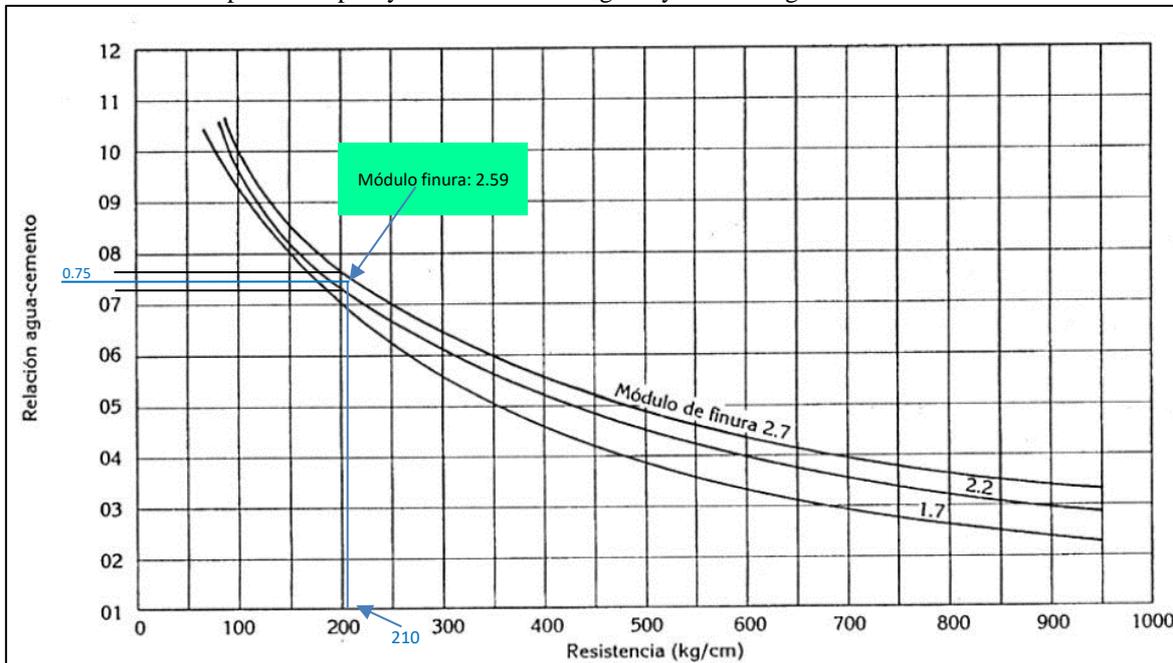
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr	489.30	493.30	492.30	N.A.
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr	1423.90	1423.60	1424.20	N.A.
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr	1722.90	1722.10	1722.40	N.A.
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr	500.00	500.00	500.00	N.A.
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.43	2.45	2.44	2.44
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a(SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.49	2.48	2.48	2.48
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a(SSS) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.57	2.53	2.54	2.55
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} * 100$	(%)	2.19	1.36	1.56	1.70

Nota: En la tabla 34, se muestra el resultado de Peso específico aparente (seco) con un valor de 2.44 g/cm³, el Peso específico aparente (SSS) se obtuvo un valor de 2.48 g/cm³. Asimismo, se obtuvo el Peso específico nominal (Seco) que es igual a 2.55 g/cm³ y finalmente se calculó la Absorción que tiene un valor de 1.70 %.

A continuación, se muestra los datos resumen de los ensayos realizados al agregado fino y los datos extraídos de figuras y tablas.

Figura 6

Correspondencia entre los valores de relación agua-cemento y resistencia a la compresión para mortero hechos con cemento portland tipo I y arena de forma angular y textura rugosa.



Nota: En la figura 6, se ha establecido los valores de resistencia a compresión de 210 kg/cm² y el valor de módulo de finura que es 2.59, con ello se obtuvo un valor de relación agua – cemento de 0.75. La gráfica se obtuvo de Diego Sánchez de Guzmán - Tecnología del Concreto y del Mortero.

Asimismo, utilizando la tabla 2, se ha elegido la relación cemento: arena = 1:5, para un tipo de mortero P2 y para uso en muros portantes.

Tabla 35

Resumen de datos y especificaciones técnicas de materiales para diseño de mezcla de mortero tradicional

Resumen de datos y especificaciones técnicas de materiales

Relación cemento: arena: c: a = 1:5

Relación agua/cemento: w/wc = 0.75

Especificaciones técnicas materiales

Descripción	Unidad	Cemento	Arena	Agua
Peso específico	Gr/cm ³	3.12	2.44	1.00
Peso unitario suelto	Kg/m ³	-	1407.02	-
Contenido de humedad	%	-	3.90	-
Absorción	%	-	1.70	-

Nota: En la tabla 35, se muestra el resumen de datos y las especificaciones técnicas de los materiales que se necesita para la realización del diseño de mezcla del mortero tradicional.

Tabla 36
Resumen de datos y especificaciones técnicas de mortero seco predosificado

RESUMEN DE DATOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MORTERO SECO PREDOSIFICADO		
Mortero predosificado (Bolsa):	30	Kg
Agua (Litros):	6.5	lt
Peso específico de mortero seco predosificado (Ficha técnica):	2.22	g/cm ³

Nota: En la tabla 36, se muestra el resumen de datos y las especificaciones técnicas del mortero seco predosificado. En el que indica la cantidad de agua por cada 30kg, la cual es 6.5 litros. Este tipo de mortero tiene un peso específico de 2.22 g/cm³.

A continuación, se plasmarán las tablas de los resultados de compresión de morteros de cemento hidráulico (cubos 50.8mm) guiados de la normas MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051).

Tabla 37
Resumen de ensayo compresión de mortero tradicional a los 3 días

RESUMEN DE ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO TRADICIONAL A LOS 3 DÍAS				
EDAD:	3 DÍAS			
TIPO:	MORTERO TRADICIONAL			
Nº Muestra	Carga última (Kg-f)	Deformación última	σ último (Kg/cm ²)	ϵ_u último (mm)
M1	1644	1.51	65.34	0.03020
M2	1597	1.44	66.07	0.02899
M3	1648	0.95	65.92	0.01900
M4	1743	0.86	71.61	0.01720
M5	1677	1.08	68.90	0.02160
M6	1814	1.11	75.05	0.02313
PROMEDIO	1687.17	1.16	68.82	0.02335

Nota: En la tabla 37, se presenta los resultados últimos de los 6 especímenes utilizados para el ensayo de resistencia a compresión a la edad de 3 días. En el cual se calculó el promedio de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm). Los datos y gráficas de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 38
Resumen de ensayo compresión de mortero tradicional a los 7 días

RESUMEN DE ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO TRADICIONAL A LOS 7 DÍAS				
EDAD:	7 DÍAS			
TIPO:	MORTERO TRADICIONAL			
N° Muestra	Carga última (Kg-f)	Deformación última	σ último (Kg/cm ²)	ϵ_u último (mm)
M1	2394	1.31	98.36	0.02620
M2	2513	0.90	101.21	0.01788
M3	2517	1.15	100.68	0.02300
M4	2484	0.75	98.69	0.01510
M5	2420	0.79	97.46	0.01591
M6	2558	1.92	105.09	0.03840
PROMEDIO	2481.00	1.14	100.25	0.02275

Nota: En la tabla N° 38, se presenta los resultados últimos de los 6 especímenes utilizados para el ensayo de resistencia a compresión a la edad de 7 días. Para ello, se calculó el promedio de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm). Los datos y gráficas de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 39
Resumen de ensayo compresión de mortero tradicional a los 28 días

RESUMEN DE ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO TRADICIONAL A LOS 28 DÍAS				
EDAD:	28 DÍAS			
TIPO:	MORTERO TRADICIONAL			
N° Muestra	Carga última (Kg-f)	Deformación última	σ último (Kg/cm ²)	ϵ_u último (mm)
M1	3835	0.66	151.40	0.01320
M2	3897	0.60	153.85	0.01176
M3	3913	0.73	153.45	0.01431
M4	3751	0.89	148.55	0.01757
M5	3790	0.77	149.62	0.01535
M6	3348	1.10	133.49	0.02185
PROMEDIO	3755.67	0.79	148.40	0.01567

Nota: En la tabla N° 39, se presenta los resultados últimos de los 6 especímenes utilizados para el ensayo de resistencia a compresión a la edad de 28 días. Para ello, se calculó el promedio de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm). Los datos y gráficas de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 40

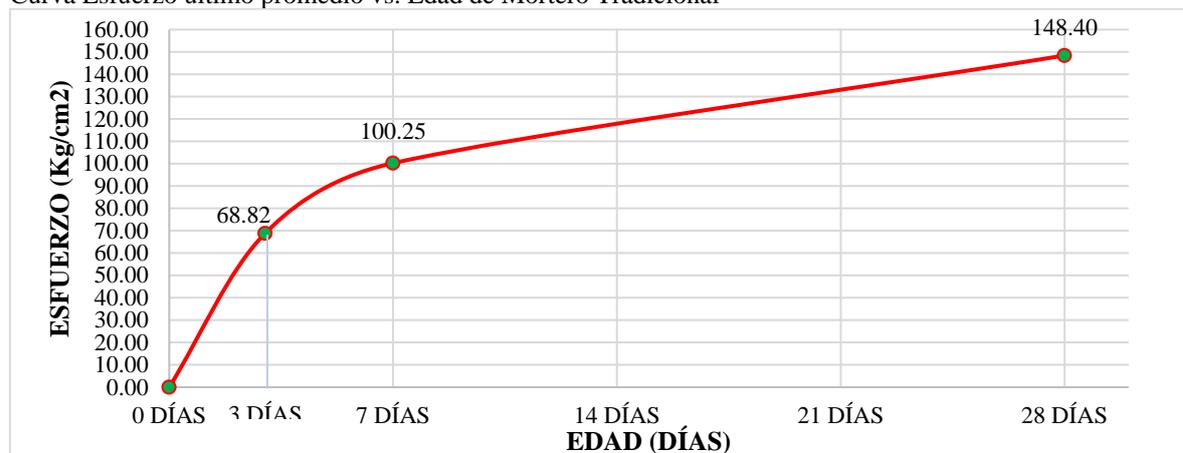
Resumen promedio de ensayo compresión de mortero tradicional a los 3, 7 y 28 días.

EDAD	Carga última promedio (Kg-f)	Deformación última promedio	σ último promedio (Kg/cm ²)	ϵ último promedio (mm)
0 DÍAS	0.00	0.00	0.00	0.00000
3 DÍAS	1687.17	1.16	68.82	0.02335
7 DÍAS	2481.00	1.14	100.25	0.02275
28 DÍAS	3755.67	0.79	148.40	0.01567

Nota: En la tabla 40, se establece los promedios de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm), las cuales sirven para poder realizar las gráficas de Esfuerzo vs. Edad, que se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Curva Esfuerzo último promedio vs. Edad de Mortero Tradicional



Nota: En la figura 7, se muestra la curva en la que se puede identificar el esfuerzo promedio que alcanzó a los 3 días es de 68.82 kg/cm², a los 7 días es de 100.25 kg/cm² y a los 28 días es de 148.40 kg/cm².

A continuación, se presenta el resumen de los resultados de las 18 muestras de mortero seco predosificado de edades 3, 7 y 28 días.

Tabla 41

Resumen de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 3 días

RESUMEN DE ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO SECO PREDOSIFICADO A LOS 3 DÍAS				
EDAD: 3 DÍAS				
TIPO: MORTERO SECO PREDOSIFICADO				
Nº Muestra	Carga última (Kg-f)	Deformación última	σ último (Kg/cm ²)	ϵ último (mm)
M1	2002	1.80	81.71	0.03600
M2	2374	1.92	97.53	0.03840
M3	1973	1.70	80.53	0.03469
M4	2131	1.88	88.17	0.03760
M5	2203	1.96	90.51	0.03946
M6	1957	1.83	79.33	0.03685
PROMEDIO	2106.67	1.85	86.30	0.03717

Nota: En la tabla 41, se presenta los resultados últimos de los 6 especímenes utilizados para el ensayo de resistencia a compresión de morteros seco predosificado a la edad de 3 días. En el cual se calculó el promedio de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm). Los datos y gráficas de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 42
Resumen de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 7 días

RESUMEN DE ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO SECO PREDOSIFICADO A LOS 7 DÍAS				
EDAD: 7 DÍAS				
TIPO: MORTERO SECO PREDOSIFICADO				
N° Muestra	Carga última (Kg-f)	Deformación última	σ último (Kg/cm ²)	ϵ_u último (mm)
M1	2648	1.72	108.08	0.03440
M2	2664	1.51	104.47	0.03020
M3	2514	0.55	103.29	0.01093
M4	2544	2.30	101.76	0.04694
M5	2480	1.82	99.20	0.03664
M6	2497	1.85	99.24	0.03725
PROMEDIO	2557.83	1.63	102.67	0.03273

Nota: En la tabla 42, se presenta los resultados últimos de las 6 muestras utilizados para el ensayo de resistencia a compresión de mortero seco predosificado a la edad de 7 días. Para ello, se calculó el promedio de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm). Los datos y gráficas de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 43
Resumen de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 28 días

RESUMEN DE ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO SECO PREDOSIFICADO A LOS 28 DÍAS				
EDAD: 28 DÍAS				
TIPO: MORTERO SECO PREDOSIFICADO				
N° Muestra	Carga última (Kg-f)	Deformación última	σ último (Kg/cm ²)	ϵ_u último (mm)
M1	3632	0.60	147.28	0.01184
M2	3547	1.20	140.92	0.02368
M3	2809	1.11	112.36	0.02220
M4	2998	1.00	118.73	0.01974
M5	3080	0.82	123.20	0.01608
M6	3119	2.00	125.61	0.03922
PROMEDIO	3197.50	1.12	128.02	0.02213

Nota: En la tabla 43, se presenta los resultados últimos de las 6 muestras utilizadas para el ensayo de resistencia a compresión a la edad de 28 días. Para ello, se calculó el promedio de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm). Los datos y gráficas de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 44

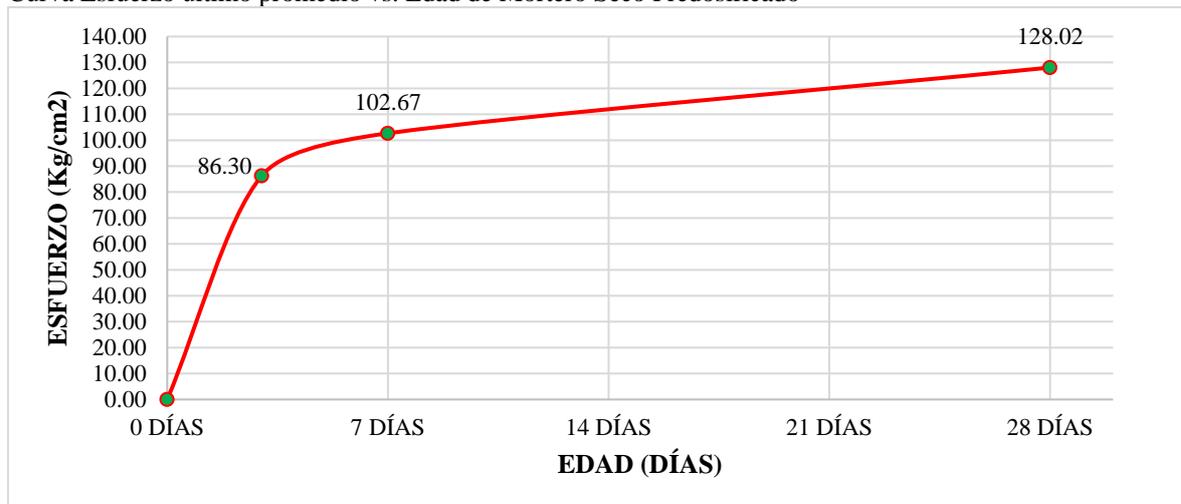
Resumen promedio de ensayo compresión de mortero seco predosificado a los 3, 7 y 28 días.

Edad	Carga última promedio (Kg-f)	Deformación última promedio	σ último promedio (Kg/cm ²)	ϵ_u último promedio (mm)
0 DÍAS	0.00	0.00	0.00	0.00000
3 DÍAS	2106.67	1.85	86.30	0.03717
7 DÍAS	2557.83	1.63	102.67	0.03273
28 DÍAS	3197.50	1.12	128.02	0.02213

Nota: En la tabla 44, se establece los promedios de la carga última (kg-f), deformación unitaria última, esfuerzo último (kg/cm²) y el esfuerzo unitario último (mm), las cuales sirven para poder realizar las gráficas de Esfuerzo vs. Edad, que se muestra en la Figura 7.

Figura 8

Curva Esfuerzo último promedio vs. Edad de Mortero Seco Predosificado



Nota: En la figura 8, se muestra la curva en la que se puede identificar el esfuerzo promedio que alcanzó a los 3 días es de 86.30 kg/cm², a los 7 días es de 102.67 kg/cm² y a los 28 días es de 128.02 kg/cm².

Resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico (MTC E 617 / ASTM C 348

/ NTP 334.120)

Tabla 45

Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 3 días

Tipo de mortero	Id. Mortero	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Resistencia a la flexión (s)(kpa)	Promedio resistencia a la flexión (s)(Kpa)
Mortero tradicional	M1	30.69	34.24	225.16	252.62
	M2	38.57		280.08	
	M3	33.38		252.62	
	M4	27.24		197.70	
	M5	41.31		307.54	

Nota: En la tabla 45, se muestra los cálculos realizados a los 5 especímenes utilizados en el ensayo de resistencia a flexión del mortero tradicional a los 3 días. Para ello, se sacó el promedio de resistencia a flexión en Kg/cm² y también en Kpa, de los cuales se obtuvieron 34.34 y 252.62, respectivamente. Los datos de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 46
Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 7 días

Tipo de mortero	Id. Mortero	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Resistencia a la flexión (s)(kpa)	Promedio resistencia a la flexión (s)(kpa)
Mortero tradicional	M1	42.15	45.52	296.55	328.95
	M2	45.27		337.74	
	M3	46.93		326.76	
	M4	51.32		373.44	
	M5	41.94		310.28	

Nota: En la tabla 46, se muestra los cálculos realizados a los 5 especímenes utilizados en el ensayo de resistencia a flexión del mortero tradicional a los 7 días. Para ello, se sacó el promedio de resistencia a flexión en Kg/cm² y también en Kpa, de los cuales se obtuvieron 45.52 y 328.95, respectivamente. Los datos de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 47
Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 28 días

Tipo de mortero	Id. Mortero	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Resistencia a la flexión (s)(kpa)	Promedio resistencia a la flexión (s)(kpa)
Mortero tradicional	M1	47.53	51.99	359.71	391.56
	M2	74.35		554.67	
	M3	52.02		387.17	
	M4	51.05		387.17	
	M5	34.98		269.10	

Nota: En la tabla 47, se muestra los cálculos realizados a los 5 especímenes utilizados en el ensayo de resistencia a flexión del mortero tradicional a los 28 días. Para ello, se sacó el promedio de resistencia a flexión en Kg/cm² y también en Kpa, de los cuales se obtuvieron 51.99 y 391.56, respectivamente.

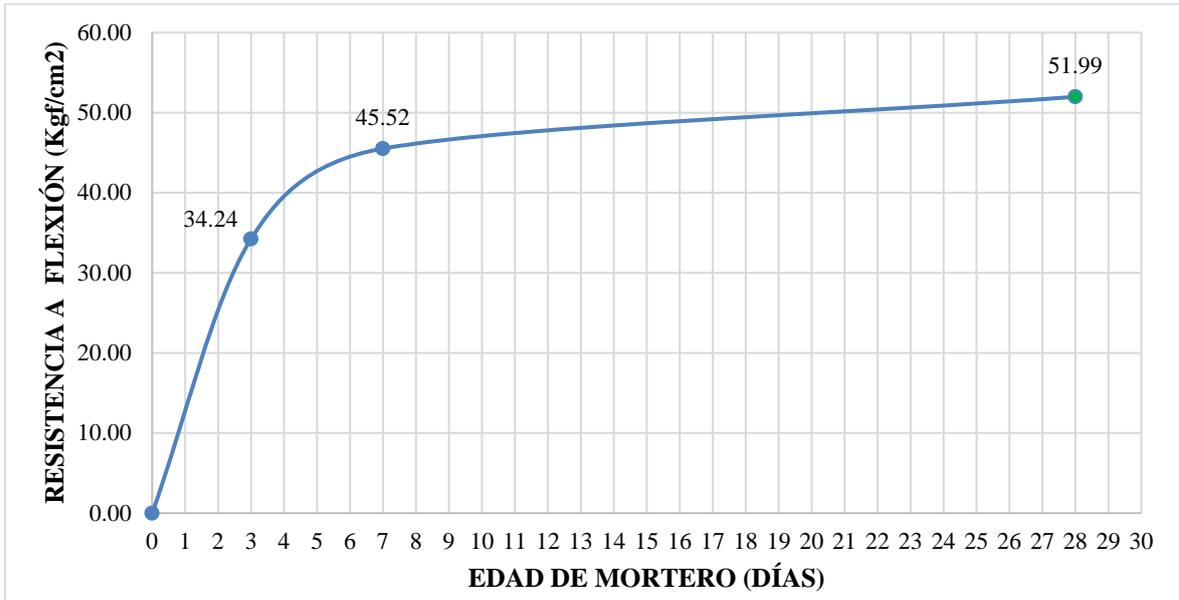
Tabla 48
Resumen promedio de resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 3, 7 y 28 días

Edad de mortero	Promedio resistencia a flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a flexión (s)(kpa)
0 días	0.00	0.00
3 días	34.24	252.62
7 días	45.52	328.95
28 días	51.99	391.56

Nota: En la tabla 48, se establece el promedio de los 5 especímenes por cada edad que se realizó el ensayo de resistencia a flexión. Con estos resultados promedio, se puede realizar las figuras 8 y 9.

Figura 9

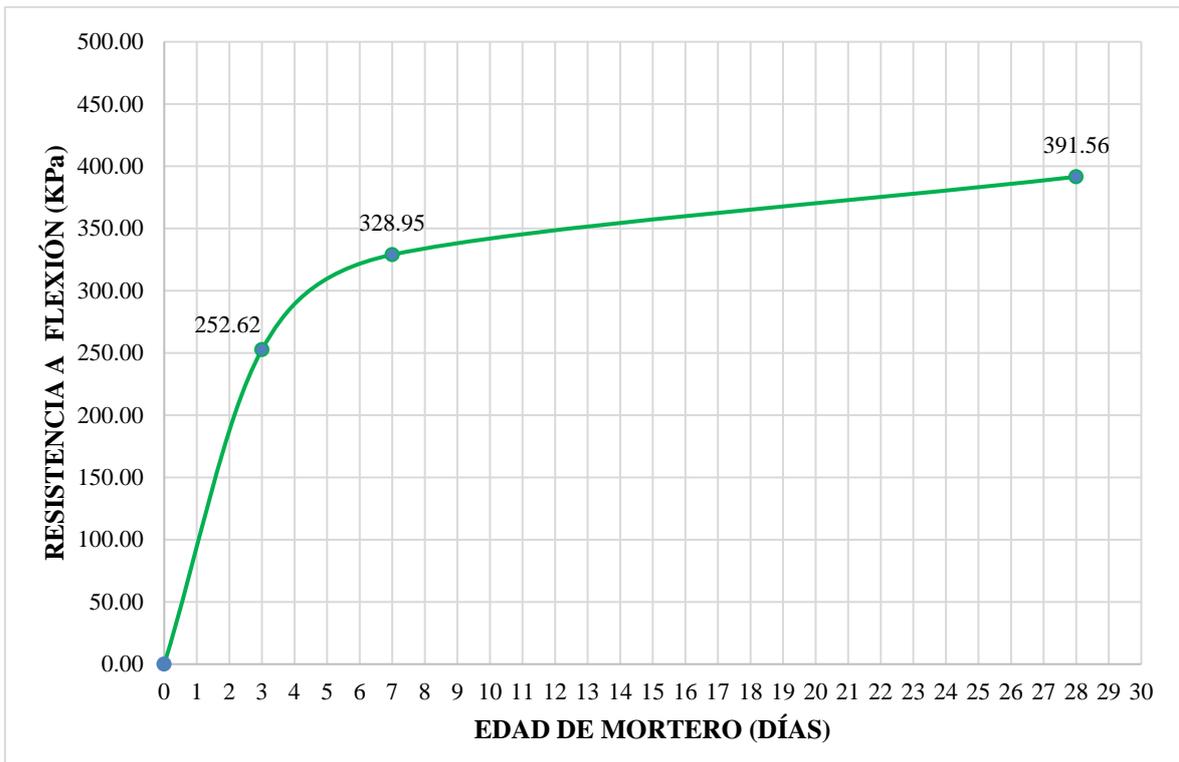
Curva Resistencia a flexión promedio (Kg/cm²) vs. Edad de Mortero Tradicional (Días)



Nota: En la figura 9, se muestra la curva en la que se puede identificar el esfuerzo promedio que alcanzó por cada edad ensayada: 34.24 kg/cm² a los 3 días, 45.52 kg/cm² a los 7 días y 51.99 kg/cm² a los 28 días.

Figura 10

Curva Resistencia a flexión promedio (Kpa) vs. Edad de Mortero Tradicional (Días)



Nota: En la figura 10, se muestra la curva en la que se puede identificar el esfuerzo promedio que alcanzó por cada edad ensayada: 252.62 Kpa a los 3 días, 328.95 Kpa a los 7 días y 391.56 Kpa los 28 días.

Tabla 49

Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 3 días

Tipo de mortero	Id. Mortero	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Resistencia a la flexión (s)(kpa)	Promedio resistencia a la flexión (s)(kpa)
Mortero seco predosificado	M1	32.28	31.41	233.40	224.61
	M2	36.39		260.86	
	M3	21.65		156.51	
	M4	24.95		178.48	
	M5	41.78		293.81	

Nota: En la tabla 49, se muestra los cálculos realizados a los 5 especímenes utilizados en el ensayo de resistencia a flexión del mortero tradicional a los 3 días. Para ello, se sacó el promedio de resistencia a flexión en Kg/cm² y también en Kpa, de los cuales se obtuvieron 31.41 y 224.61, respectivamente. Los datos de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 50

Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 7 días

Tipo de mortero	Id. Mortero	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Resistencia a la flexión (s)(kpa)	Promedio resistencia a la flexión (s)(kpa)
Mortero seco predosificado	M1	62.27	50.12	472.29	367.40
	M2	50.13		362.45	
	M3	44.25		324.01	
	M4	46.05		326.76	
	M5	47.91		351.47	

Nota: En la tabla 50, se muestra los cálculos realizados a los 5 especímenes utilizados en el ensayo de resistencia a flexión del mortero tradicional a los 7 días. Para ello, se sacó el promedio de resistencia a flexión en Kg/cm² y también en Kpa, de los cuales se obtuvieron 50.12 y 367.40, respectivamente. Los datos de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 51

Cálculos realizados del ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 28 días

Tipo de mortero	Id. Mortero	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Resistencia a la flexión (s)(kpa)	Promedio resistencia a la flexión (s)(kpa)
Mortero seco predosificado	M1	50.79	54.03	384.42	405.84
	M2	65.97		475.04	
	M3	50.58		389.91	
	M4	44.62		343.24	
	M5	58.21		436.60	

Nota: En la tabla 51, se muestra los cálculos realizados a los 5 especímenes utilizados en el ensayo de resistencia a flexión del mortero tradicional a los 7 días. Para ello, se sacó el promedio de resistencia a flexión en Kg/cm² y también en Kpa, de los cuales se obtuvieron 54.03 y 405.84, respectivamente. Los datos de cada muestra se plasman en los anexos.

Tabla 52

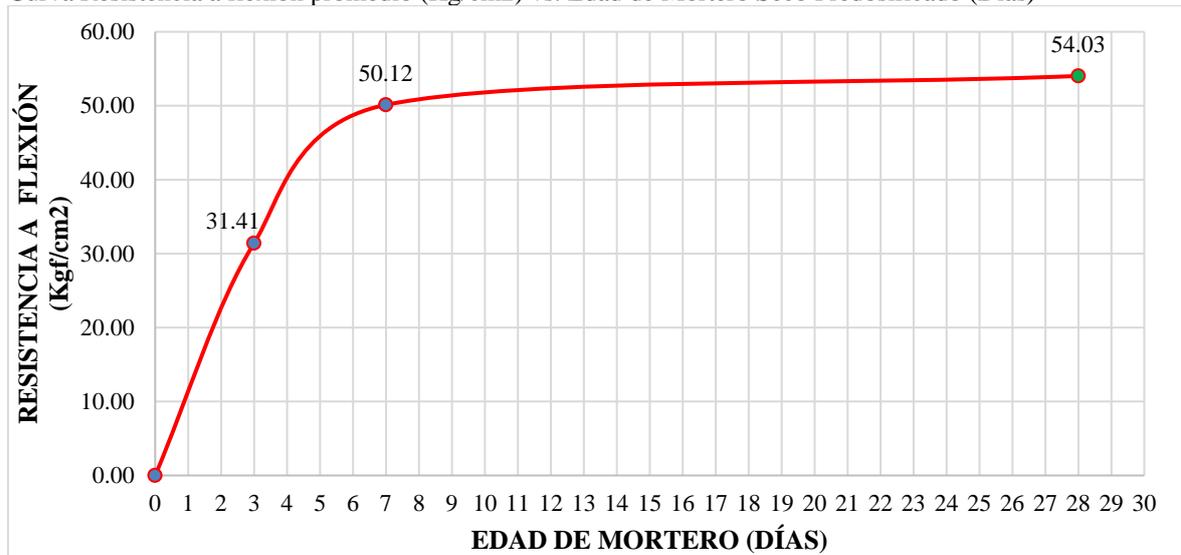
Resumen promedio de resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 3, 7 y 28 días

Tipo de mortero	Promedio resistencia a flexión (kgf/cm ²)	Promedio resistencia a flexión (s)(kpa)
0 días	0.00	0.00
3 días	31.41	224.61
7 días	50.12	367.40
28 días	54.03	405.84

Nota: En la tabla 52, se establece el promedio de los 5 especímenes por cada edad que se realizó el ensayo de resistencia a flexión de mortero seco predosificado. Con estos resultados promedio, se puede realizar las figuras 10 y 11.

Figura 11

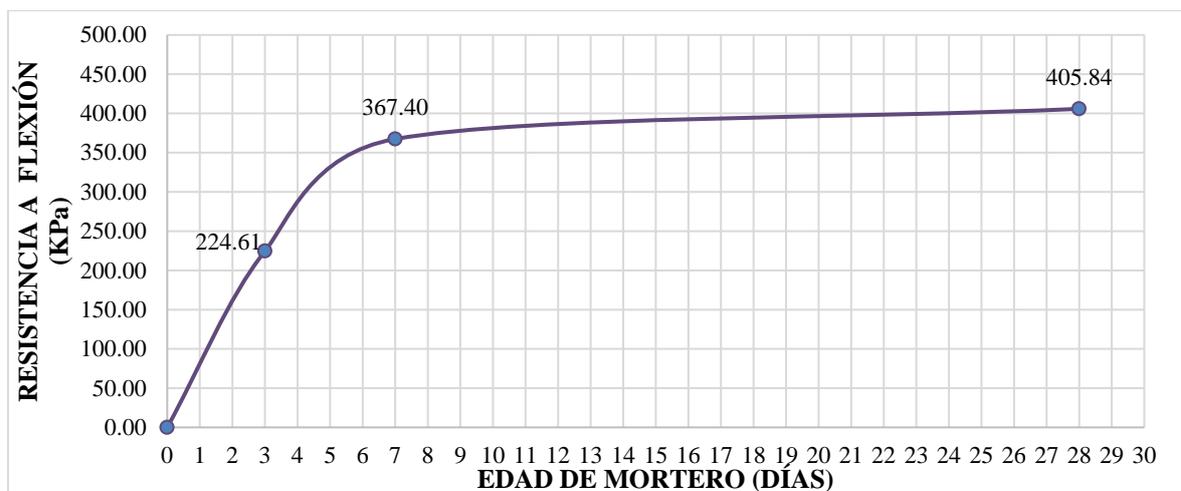
Curva Resistencia a flexión promedio (Kg/cm²) vs. Edad de Mortero Seco Predosificado (Días)



Nota: En la figura 11, se establece la curva en la que se puede identificar el esfuerzo promedio que alcanzó por cada edad ensayada: 31.41 kg/cm² a los 3 días, 50.12 kg/cm² a los 7 días y 54.03 kg/cm² a los 28 días.

Figura 12

Curva Resistencia a flexión promedio (Kpa) vs. Edad de Mortero Se Predosificado (Días)



Nota: En la figura 12, se observa la curva en la que se puede identificar el esfuerzo promedio que alcanzó por cada edad ensayada: 224.61 Kpa a los 3 días, 367.40 Kpa a los 7 días y 405.84 Kpa los 28 días.

Por consiguiente, se establece la variación promedio de las propiedades mecánicas entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado.

Tabla 53

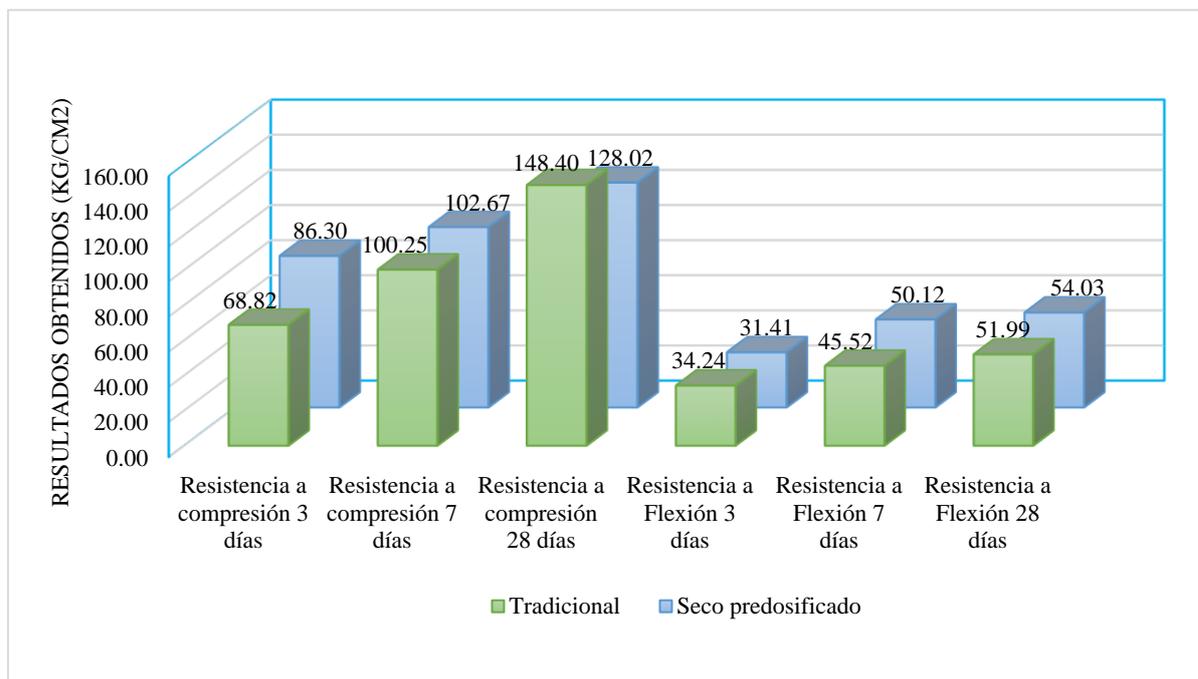
Resumen de propiedades mecánicas de mortero tradicional y mortero seco predosificado

N°	Propiedad mecánica	Unidad	Tipo de mortero	
			Tradicional	Seco predosificado
1	Resistencia a compresión 3 días	kg/cm ²	68.82	86.30
2	Resistencia a compresión 7 días	kg/cm ²	100.25	102.67
3	Resistencia a compresión 28 días	kg/cm ²	148.40	128.02
4	Resistencia a Flexión 3 días	kg/cm ²	34.24	31.41
5	Resistencia a Flexión 7 días	kg/cm ²	45.52	50.12
6	Resistencia a Flexión 28 días	kg/cm ²	51.99	54.03

Nota: En la tabla 53, se establece los datos obtenidos en los ensayos de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y mortero seco predosificado. En la que se indica con su unidad respectiva. Estos datos sirven para la realización de la figura 13.

Figura 13

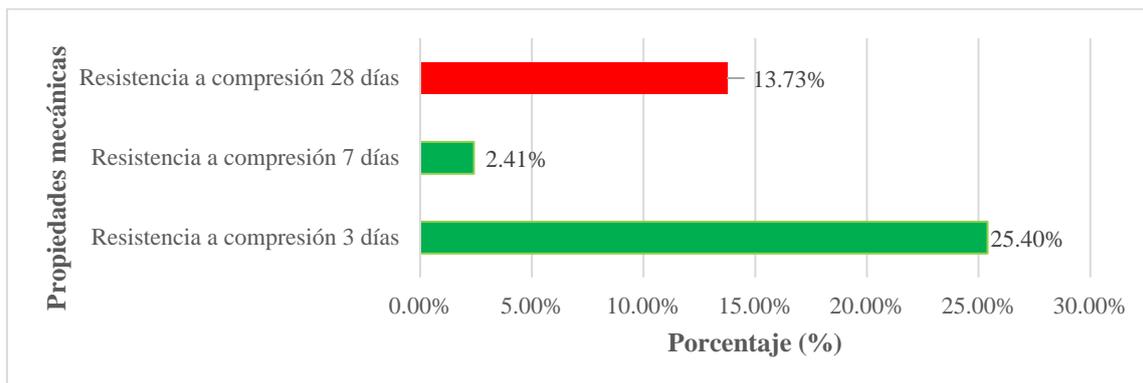
Resumen de propiedades mecánicas de mortero tradicional y mortero seco predosificado



Nota: En la figura 13, se muestra la comparación de resultados de los ensayos realizados para definir las propiedades mecánicas. El color verde representa los datos de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el color azul representa los datos de las propiedades mecánicas del mortero seco predosificado. En donde se puede indicar que el mortero seco predosificado es mucho mayor en sus propiedades mecánicas. Excepto en dos propiedades mecánicas de diferentes edades de ensayo. Vale decir, que en resistencia a compresión a los 28 días y en resistencia a flexión a los 3 días, el mortero tradicional es mayor que el mortero seco predosificado.

Figura 14

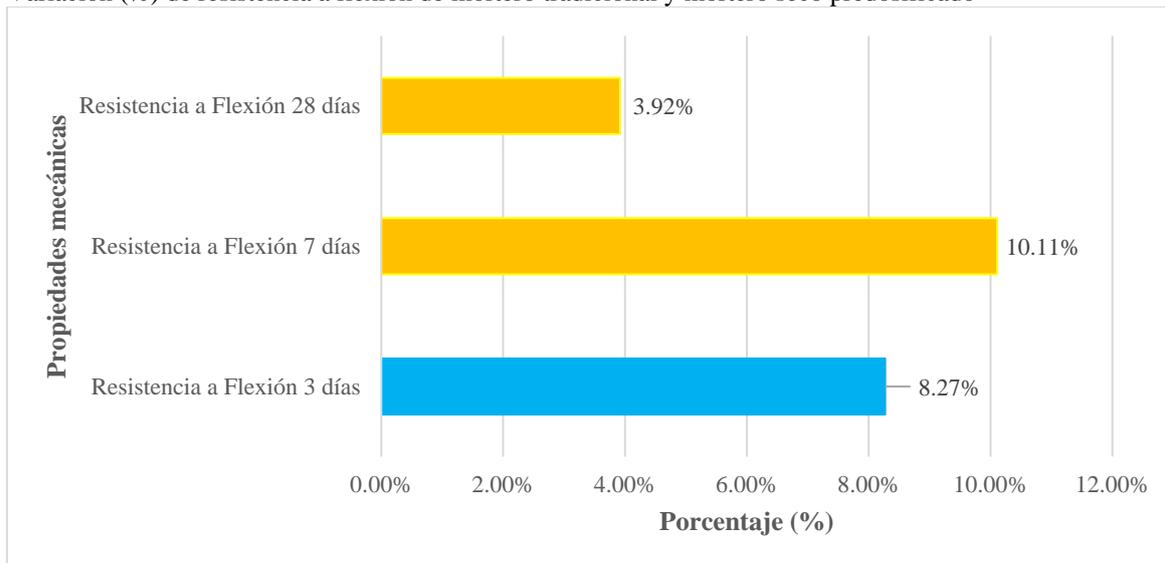
Variación (%) de resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado.



Nota: En la figura 14, se muestra que la resistencia a compresión a los 3 días del mortero seco predosificado es mayor con una variación de 25.40% con respecto al mortero tradicional. Además, se muestra que la resistencia a compresión a los 7 días del mortero seco predosificado es mayor con una variación de 2.41% con respecto al mortero tradicional. Asimismo, se muestra que la resistencia a compresión a los 28 días del mortero tradicional es mayor con una variación de 13.74% con respecto al mortero seco predosificado. Obteniendo un promedio de variación en la propiedad mecánica de resistencia a compresión de 14.08%.

Figura 15

Variación (%) de resistencia a flexión de mortero tradicional y mortero seco predosificado



Nota: En la figura 15, se muestra que la resistencia a flexión a los 3 días del mortero tradicional es mayor con una variación de 8.27% con respecto al mortero seco predosificado. Además, se muestra que la resistencia a flexión a los 7 días del mortero seco predosificado es mayor con una variación de 10.11% con respecto al mortero tradicional. Finalmente, se observa que la resistencia a flexión a los 28 días del mortero seco predosificado es mayor con una variación de 3.92% con respecto al mortero tradicional. Obteniendo un promedio de variación en la propiedad mecánica resistencia a flexión de 1.92%. Con los porcentajes mencionados por cada propiedad mecánica evaluada, para la presente investigación, se puede decir, que el mortero seco predosificado es mayor en un promedio de **8.00%**.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una limitación de la presente tesis fue que el mortero seco predosificado no se encontró en stock en las ferreterías de la ciudad de Cajamarca, debido a que aún hay personas dedicadas a la construcción no utilizan el producto por falta de información técnica y experimental que garantice el uso de el mortero seco predosificado, que puede usarse para asentar adrijo o tarrajeo. Hay opciones de realizar pedidos del producto de otras ciudades, pero se eleva el costo de transporte. Otra limitación fue la poca información del análisis de costo a nivel local de la utilización de los morteros predosificados. Esto no permitirá realizar una adecuada comparación de datos con las demás investigaciones.

Las implicancias de la presente investigación es brindar información guía con cada uno de los resultados de los ensayos de propiedades mecánicas y el análisis de costo realizados al mortero tradicional y mortero seco predosificado. Con cada ensayo y costo cualquier lector puede guiarse y aplicarlo en la construcción de muros, también puede ser en tarrajeo de muros portantes y tabiquería.

Según la figura 2, se puede indicar que el costo para 1 m² de muro con asentado de cabeza, utilizando mortero tradicional tiene un costo de S/ 129.50 y utilizando mortero seco predosificado tiene un costo de S/ 198.55, lo que claramente muestra que el mortero seco predosificado tiene un costo de S/ 69.05 más que el mortero tradicional.

Asimismo, en la figura 2, indica que el costo para 1 m² de muro con asentado de soga, utilizando mortero tradicional tiene un costo de S/ 70.23 y utilizando mortero seco predosificado tiene un costo de S/ 95.36, por lo cual se puede decir, que el mortero seco predosificado tiene un costo de S/ 25.13 más que el mortero tradicional.

También, en la figura 2, se muestra el costo para 1 m² de muro con asentado de canto, utilizando mortero tradicional tiene un costo de S/ 55.47 y utilizando mortero seco

predosificado tiene un costo de S/ 68.53, por lo cual se puede decir, que el mortero seco predosificado tiene un costo de S/ 13.06 más que el mortero tradicional.

La granulometría de la arena, establecido en la figura 4, se encuentra dentro de los límites del Huso granulométrico de la norma ASTM C33. El valor de módulo de finura del agregado fino resultó un valor de 2.59, el cual sirve para la realización del diseño del mortero tradicional. Para ello, en la Norma E.070 Albañilería indica que el módulo de finura debe estar comprendido entre 1.6 y 2.5. En la que se observa una diferencia de 0.09 del agregado fino ensayado con respecto a la norma.

El ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado se obtuvo un valor de 4.53%. La cual cumple con lo establecido de la NTP 400.018 que indica que el resultado debe estar entre 0% a 5%.

El peso unitario suelto de arena 1407.02 kg/m³ y peso unitario compactado de arena 1557.89 kg/m³, están en el rango establecido en la NTP 400.017 que indica que está en el rango de 1400 kg/m³ a 1600 kg/m³.

También, se realizó el ensayo de resistencia a compresión del mortero tradicional, que se tuvo una resistencia máxima a los 28 días de 148.40 kg/cm². Asimismo, se obtuvo un valor de 128.02 kg/cm² para la resistencia máxima a los 28 días del mortero seco predosificado. Para ello, comparando con la resistencia a compresión establecida en la tesis titulada “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero con aditivo que incrementa la adherencia” elaborado por Quispe (2018), indica que a los 28 días tuvo un resultado para mortero tradicional de 164.71 kg/cm² y ára mortero con aditivo o predosificado 102.91 kg/cm². Con ello, se puede afirmar que no todos lo productos que están listo para ser usados vana ser mejor que lo tradicionales.

La resistencia a flexión del mortero tradicional a los 28 días fue de 51.99 kg/cm² y el mortero seco predosificado fue 54.03 kg/cm². En la que se muestra que el mortero seco predosificado tiene mayor resistencia a flexión que el mortero tradicional. Comparando con los resultados de Quispe (2018) que en el ensayo de resistencia a flexión a los 28 días obtuvo un valor de 54.01 kg/cm² y en el mortero con aditivo obtuvo un valor de 39.19 kg/cm². En este caso, el autor tuvo una menor resistencia a flexión en el mortero con aditivo o predosificado. Con ello, se afirma que no siempre los morteros predosificados son una garantía en las construcciones.

Según los resultados obtenidos y comparando con Bustos (2018) se puede indicar que las propiedades mecánicas, tanto de compresión y de flexión, aumenta de acuerdo a la calidad de aglomerante o aditivo que se adicione al mortero.

También, comparando con lo propuesto por García (2017), se puede afirmar que los morteros tradicionales utilizan menos agua que los morteros predosificados. Con esta afirmación se corrobora que es cierta, debido a que, en la presente investigación, según el diseño de mezcla (Anexo 3 y 4), se observa que para 1 m³ de mortero tradicional ingresa 214.3 litros y para 1 m³ de mortero seco predosificado es necesario 481 litros de agua.

Según, Gonzales (2015) se puede indicar que no siempre los aditivos colocados en productos predosificados mejoran la resistencia a compresión y flexión, sino depende de los aglomerantes de las canteras que pueden mejorar las propiedades mecánicas del mortero tradicional. Esto tiene sentido, debido a que a los 28 días de la resistencia a compresión del mortero tradicional tiene un valor promedio de 148.40 kg/cm² y el mortero seco predosificado un valor promedio de 128.02 kg/cm², por lo que se observa que el mortero tradicional es mayor que el mortero seco predosificado.

Al comparar con los resultados obtenidos de Orbezo y Quezada (2021) se afirma que la mayoría de veces o en promedio las propiedades mecánicas de los morteros

predosificados serán mayores que las propiedades mecánicas de los morteros tradicional, debido a que tiene una mejor selección de materiales. Por lo que, tiene concordancia, debido a que en la presente investigación se observa que las propiedades mecánicas del mortero seco predosificado en promedio es mayor con un valor de 8.00% con respecto al mortero tradicional.

Realizando la comparación en costos con lo que afirma Sánchez (2020), se puede decir que en materiales y mano de obra el mortero seco predosificado es menor que el mortero tradicional, pero el incremento en costo que presenta el mortero seco predosificado es la movilización o envío de otras ciudades, debido a que en las ferreterías locales no existe mucho el producto en stock.

Conclusiones:

- ✚ La hipótesis de la presente investigación no se valida, debido a la variación de porcentaje en los resultados.
- ✚ Se realizó satisfactoriamente el análisis comparativo en costos y en propiedades mecánicas entre el mortero tradicional y mortero seco predosificado en Cajamarca en el año 2022.
- ✚ Se calculó los costos unitarios por metro cuadrado de muro utilizando mortero tradicional con asentado de sogá que se obtuvo un costo unitario de S/ 70.23, con asentado de cabeza tiene un costo de S/ 129.50 y de canto posee un costo de S/ 55.47. Asimismo, se calculó los costos unitarios por metro cuadrado de muro utilizando mortero seco predosificado con asentado de sogá obteniendo un costo unitario de S/ 95.36, con asentado de cabeza tiene un costo de S/ 198.55 y de canto tiene un costo de S/ 68.53.
- ✚ También, se calculó la variación promedio de costos, en la que el mortero tradicional es menor en un 37.55% con respecto al mortero seco predosificado. Por lo que se rechaza la hipótesis que fue de 30%.

- ✚ La resistencia a compresión del mortero tradicional a los 3 días es de 68.82 kg/cm^2 , a los 7 días es de 100.25 kg/cm^2 y a los 28 días tiene un valor promedio de 148.40 kg/cm^2 . La resistencia a flexión del mortero tradicional a los 3 días tiene un valor promedio de 34.24 kg/cm^2 , a los 7 días 45.52 kg/cm^2 y a los 28 días un valor promedio de 51.99 kg/cm^2 . La resistencia a compresión del mortero seco predosificado a los 3 días es de 86.30 kg/cm^2 , a los 7 días es de 102.67 kg/cm^2 y a los 28 días tiene un valor promedio de 128.02 kg/cm^2 . La resistencia a flexión del mortero tradicional a los 3 días tiene un valor promedio de 31.41 kg/cm^2 , a los 7 días 50.12 kg/cm^2 y a los 28 días un valor promedio de 54.03 kg/cm^2 .
- ✚ Se concluye, que la variación promedio de propiedades mecánicas del mortero seco predosificado es 8.00% mayor que las propiedades mecánicas del mortero tradicional. También se rechaza la hipótesis que fue de 15%.
- ✚ Finalmente, se recomienda utilizar el mortero tradicional, debido a que la resistencia a compresión a los 28 días es mayor que el mortero seco predosificado y el costo del mortero tradicional es menor, en los tres tipos de asentado (cabeza, sogá y canto), que el mortero seco predosificado.

REFERENCIAS

- Árias, F. G. (2012). Proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica (6ta ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Barajas, B., Castro, A., De la Cruz, M. (2012). Evaluación de la adherencia, rendimiento y costo de los morteros a base de cal en la vivienda sustentable. XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Valencia, 11-13. Universidad Autónoma de Coahuila.
- Beltrán, Á. (2012). Libro de texto: Costos y Presupuestos. México: Instituto Tecnológico de Tepic.
- Briceño, E. y Calle T. M. (2020). Análisis comparativo de mezclas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones predosificado embolsadas. Piura. 2020. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad César Vallejo. Piura, Perú.
- Bustos, A. (2018). Morteros con propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto. (Tesis Doctoral) Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Corona, L. J. (2016). Apuntes sobre métodos de investigación. Revista MediSur, Vol. 14(Núm. 1), pp. 87-88. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180044014017>
- CPA Aditivos (2022). Mortero listo para tarrajeo y asentamiento de gran resistencia. Hoja Técnica. Edición N° 2: julio 2020. CPA Aditivos Group S.A.C. www.cpaditivos.com.pe
- Escamilla, M. (2016). Aplicación básico de los métodos científicos – Diseño no Experimental. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. www.uaeh.edu.mx/virtul.
- Escudero, S. C. y Cortez, S. L. (2018). Técnica y métodos cualitativos para la investigación científica. Machala, Ecuador: Editorial UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14207/1/Cap.1-Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf>
- Ferrándiz-Mas, V. y García. E. (2012). Caracterización física y mecánica de morteros de cemento Portland fabricados con adición de partículas de poliestireno expandido (EPS). https://core.ac.uk/display/19492472?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Flores, J. M. (2016). Análisis comparativo de costos entre el sistema tradicional de construcción de viviendas y el sistema de mampostería autoportante con la utilización de mortero de alta resistencia. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Flores, J. M., Mendoza, J. M., Garcés, P., De Los Santos, E. U. (2016). Durabilidad de morteros de reparación sustentables expuestos a ambiente industrial. Revista de la

Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, vol. 6, no. 1, 2016, pp.41-51. Redalyc, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427645284004>

- García, J. (2017). Elaboración de morteros de cal y bastardos para albañilería fabricados con áridos siderúrgicos. (Tesis doctoral Escuela Politécnica Superior Departamento De Construcciones Arquitectónica e Ingeniería de la Construcción y del Terreno) Universidad de Burgos, España.
- González, A. M. (2015). Especificaciones técnicas para el empleo de morteros preparados de arcillas en construcción. (Tesis doctoral) Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.
- Laguna, W. E. y Villafane, N. A. (2020). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de prototipos de muros de albañilería empleando mortero tradicional y la Massa Dun Dun. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- León, L. y Torres, M. (2012). Propuesta de mortero para ser utilizado en la reparación y rehabilitación de estructuras. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 6(1), 1-9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193923870003>
- Mori, R. E. (2017). Capacidad adherente del óptimo mortero para la unión de unidades de ladrillo de suelo – cemento compactado – Cajamarca 2015. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Norma E.070 (2020). Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (1998). Cementos. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de Cemento Portland cubos de 50 mm lado. Lima, Perú.
- Orbegozo, L. S. (2021). Análisis comparativo del uso de mortero tradicional y mortero predosificado para la reparación de patologías estructurales en la ciudad de Trujillo 2020. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú.
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol, 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Patiño, J. A., Castro, J. J., Hurtado, O., Gutiérrez, Y. C. y Leal, J. I. (2018). Estudio Del Comportamiento de Muestras de Mortero Natural Sometidas a Esfuerzo de Compresión. Lámpsakos, (20), 22-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613964507003>
- Pavón, L. P. y Gogeoascoechea, T. M. (2010). Diseño de investigación. (Maestría en prevención integral del consumo de drogas). Universidad Veracruzana Instituto de Ciencias de la Salud, Xalapa, México.
- Quispe, B. A. (2018). 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). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Romero, A. X. (2022). Diseño experimental de un mortero de cemento reforzado con fibras naturales de origen animal “PLUMAS DE AVES”. Facultad de Arquitectura. UIDE. Loja. 184p. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4984>
- Sánchez A. A. (2017). Optimización del diseño de morteros cemento – arena mediante un método gráfico en la ciudad de Cajamarca. (Tesis para obtener el grado de maestro) Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Sánchez, A. A. (2013). Comparación de adherencia entre 2 tipos de ladrillo- 2 tipos de mortero. (Tesis para obtener el título de ingeniero civil). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Sánchez, A. D. (2020). Análisis comparativo del comportamiento mecánico de muros de albañilería entre el mortero convencional y mortero seco predosificado, Los Olivos - 2020. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Cesar vallejo. Lima, Perú.
- Sanchez, D. Tecnología del concreto y del mortero. Brandar Editores. Biblioteca de la Construcción.
- Valdivia, J. I. (2021). Comparación de la resistencia a la compresión ($f'm$) de pilas de ladrillo artesanal elaboradas con mortero tradicional y mortero no tradicional (MASSA DUNDUN) – Cajamarca – 2021. (Tesis para optar el título profesional de ingeniera civil) Universidad Privada del Norte- Cajamarca, Perú.
- Vázquez A. y León, L. (2014). Propuesta de diseño de morteros para el mantenimiento, conservación y reparación de edificaciones basados en su resistencia a flexión y compresión. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 8(1),1-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193931237003>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Panel fotográfico

ANEXO N° 2. Ensayos de laboratorio para propiedades físicas del agregado fino.

ANEXO N° 3. Diseño de mezcla de mortero tradicional.

ANEXO N° 4. Diseño de mezcla de mortero seco predosificado.

ANEXO N° 5. Ensayos de laboratorio para resistencia a compresión de mortero tradicional.

ANEXO N° 6. Ensayos de laboratorio para resistencia a compresión de mortero seco predosificado.

ANEXO N° 7. Ensayos de laboratorio para resistencia a flexión de mortero tradicional.

ANEXO N° 8. Ensayos de laboratorio para resistencia a flexión de mortero seco predosificado.

ANEXO N° 1. Panel fotográfico

Figura 16

Cantera Bazán Contratistas generales, se obtuvo el agregado fino para los ensayos



Figura 17

Horno de laboratorio especializado de UPN, que se utilizó para secar el agregado fino, realizar los ensayos de granulometría y contenido de humedad



Figura 18
Cuarteo de agregado fino para realizar ensayo de granulometría



Figura 19
Tamices utilizados para el ensayo de granulometría del agregado fino



Figura 20

Taras con agregado fino en horno con muestras de agregado fino para cálculo de contenido de humedad



Figura 21

Taras con agregado fino después de sacar del horno a las 24 horas, para calcular contenido de humedad



Figura 22

Peso de agregado fino para ensayo de material más fino que pasa por la malla # 200



Figura 23

Ensayo de material más fino que pasa por la malla # 200



Figura 24

Peso de molde vacío para ensayo de peso unitario suelto y compactado



Figura 25

Colocación de agregado fino en el molde para ensayo de peso unitario suelto



Figura 26

Agregado fino en el molde para ensayo de peso unitario compactado



Figura 27

Enrasado de material con la varilla para el ensayo de peso unitario suelto y compactado



Figura 28

Equipos y materiales para ensayo de gravedad específica de agregado fino



Figura 29

Saturación de material, después de la colocación 24 horas al horno, para ensayo de gravedad específica de agregado fino por 24 horas

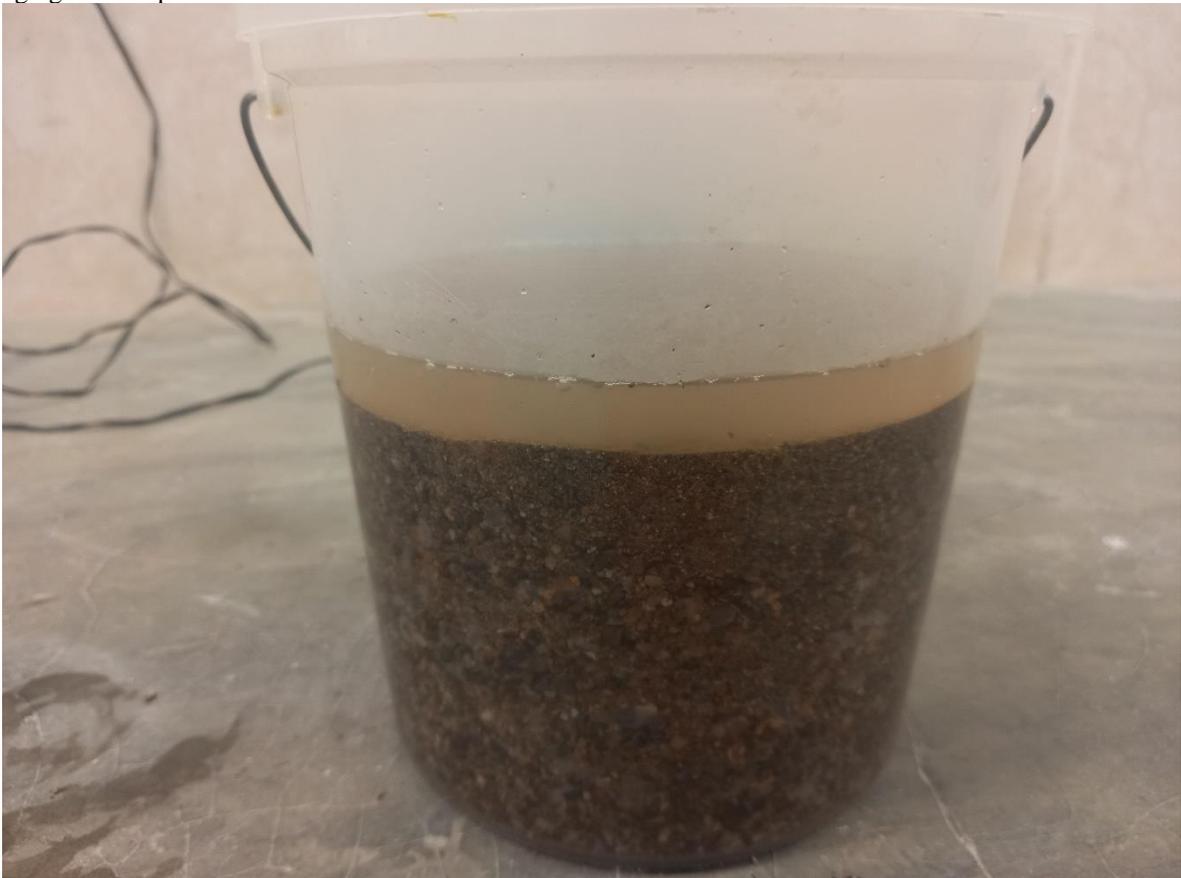


Figura 30

Secado al aire libre del agregado fino después de saturar el material.



Figura 31

Colocación del material al cono y compactado, se quita el molde, se observa que se desmorona y está listo para el ensayo de gravedad específica



Figura 32

Colocación de agua en la fiola y se pesa

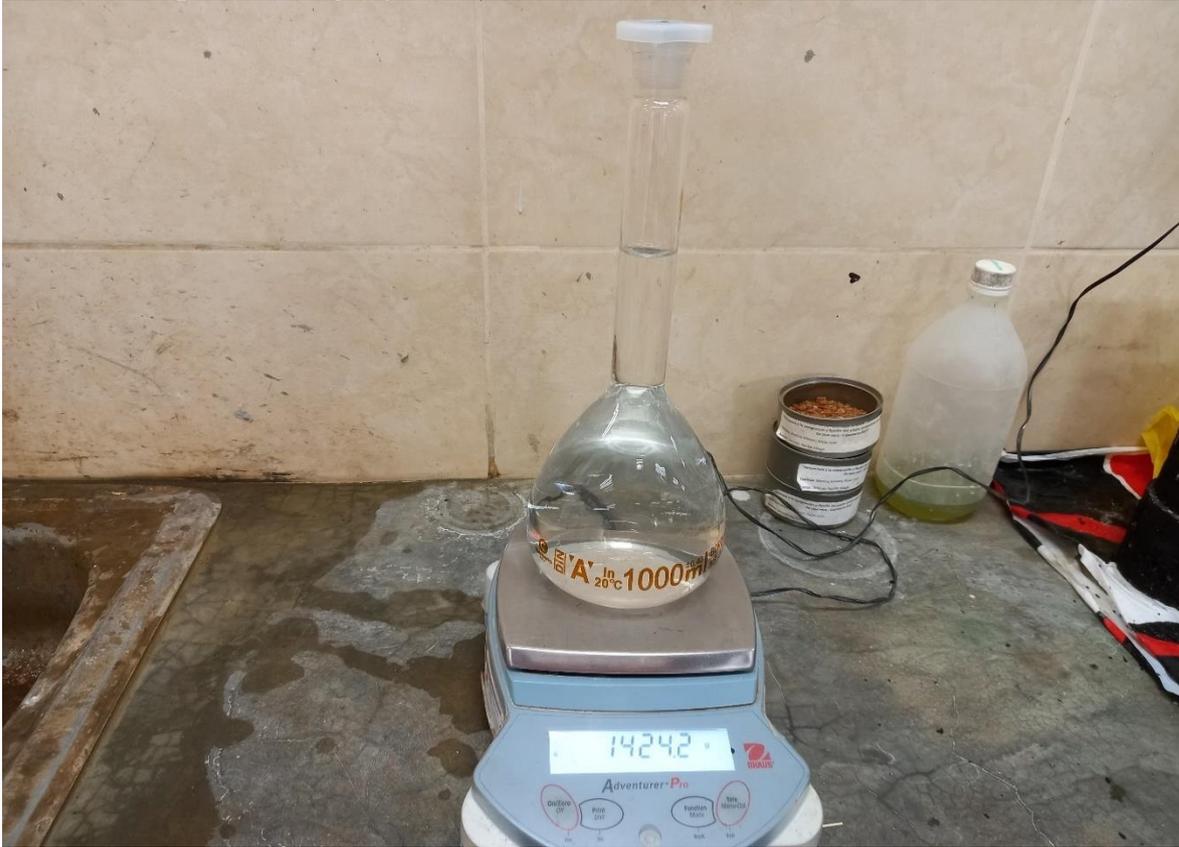


Figura 33

Colocación del agregado fino a la fiola con agua y se pesa

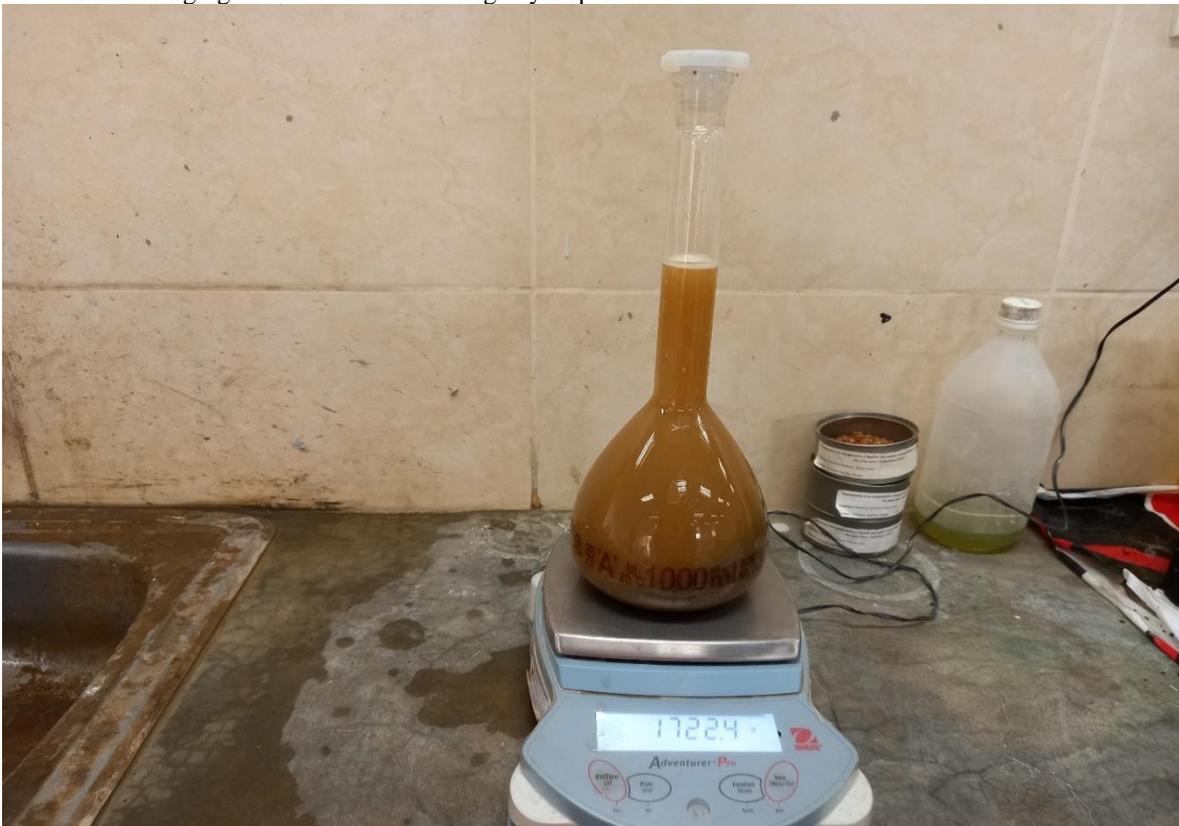


Figura 34

El material saturado sacado de la fiola se coloca en el horno por 24 horas y luego se pesa las tres muestras



Figura 35

Moldes (5x5x5cm) para muestras de ensayo a compresión



Figura 36
Moldes (4x4x16cm) para muestras de ensayo a flexión

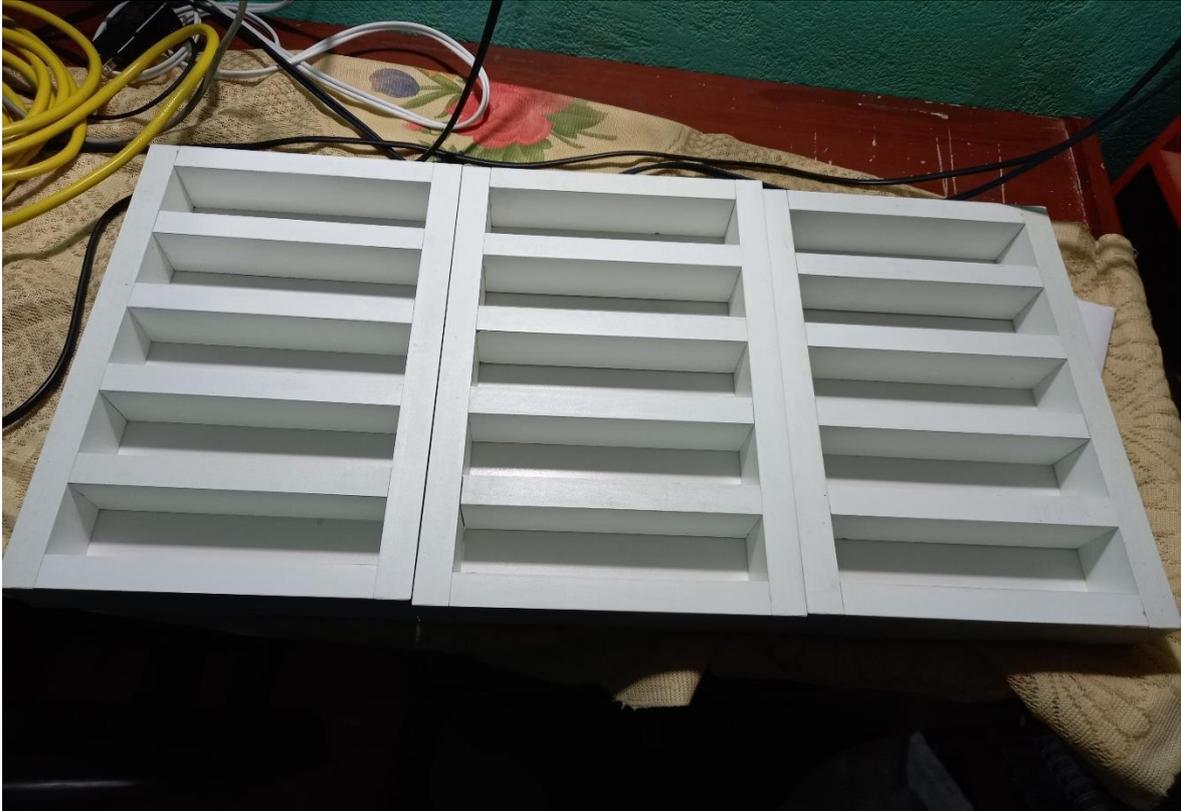


Figura 37
Colocación de mortero tradicional y mortero seco predosificado a los moldes para ensayos de resistencia a compresión y a flexión



Figura 38
Fraguado de muestras por 24 horas



Figura 39
Desencofrado de muestras para resistencia a compresión después de 24 horas



Figura 40

Desencofrado de muestras para resistencia a flexión después de 24 horas



Figura 41

Curado de muestras en el laboratorio especializado de UPN – Cajamarca



Figura 42

Secado al aire libre de muestras para ensayo a la edad de 3 días



Figura 43

Equipo para la realización de ensayo a compresión y flexión



Figura 44

Colocación de muestra para ensayo de resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado



Figura 45

Ensayo resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 3 días



Figura 46

Colocación de muestra para ensayo de resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado



Figura 47

Ensayo resistencia a flexión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 3 días



Figura 48

Ensayo resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 7 días



Figura 49

Ensayo resistencia a flexión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 7 días



Figura 50

Ensayo resistencia a compresión de mortero tradicional y mortero seco predosificado a la edad de 28 días



Figura 51

Ensayo resistencia a flexión de mortero tradicional a la edad de 28 días



Figura 52

Ensayo resistencia a flexión de mortero seco predosificado a la edad de 28 días

