



REVISTA INGENIO

Evaluación de las Propiedades Mecánico-físicas del Mortero de Cemento Portland Adicionando Resina de Colofonia en Muros de Albañilería Confinada

Evaluation of the mechanical and physical properties of Portland cement mortar with the addition of rosin resin in confined masonry walls

Fabriccio Omar Puicon Rodriguez |  Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - Perú

Recibido: 18/5/2025

Recibido tras revisión: 9/6/2025

Aceptado: 11/6/2025

Publicado: 10/7/2025

PALABRAS CLAVE

Resina de colofonia, mortero de cemento Portland, albañilería confinada, humedad

RESUMEN

El presente estudio se justifica por la necesidad de mejorar las propiedades del mortero de cemento portland frente a la humedad, uno de los principales problemas en edificaciones ubicadas en zonas húmedas, que afecta tanto la durabilidad como la habitabilidad de las viviendas. Se propuso evaluar el impacto de la adición de resina de colofonia sobre las propiedades mecánico-físicas del mortero utilizado en muros de albañilería confinada. El objetivo principal fue determinar si esta adición mejora la impermeabilidad y adherencia sin comprometer significativamente la resistencia estructural. Para ello, se llevaron a cabo ensayos conforme a normas técnicas peruanas y chilenas, que incluyeron pruebas de compresión en prismas, compresión diagonal en muretes, resistencia a la flexión, absorción de agua y adherencia a cizalle, utilizando morteros con porcentajes de colofonia de 0.2%, 0.4% y 0.5% en diferentes dosificaciones. Los resultados evidenciaron que la incorporación de colofonia reduce la resistencia a la compresión y flexión, así como la rigidez del mortero; sin embargo, mejora notablemente la impermeabilidad y la adherencia, especialmente en dosificaciones con 0.2% y 0.4% de resina. Se concluyó que, aunque el uso de colofonia disminuye ciertas propiedades mecánicas, sus beneficios físicos como la reducción de la absorción capilar y el aumento de la adherencia la convierten en una alternativa viable en viviendas de hasta dos pisos, en contextos donde el control de humedad es prioritario sobre la resistencia estructural.

KEY WORDS

Rosin, Portland cement mortar, confined masonry, humidity

ABSTRACT

This study is justified by the need to improve the moisture-resistant properties of Portland cement mortar, one of the main problems in buildings located in humid areas, affecting both the durability and habitability of homes. The objective was to evaluate the impact of adding rosin resin on the mechanical and physical properties of mortar used in confined masonry walls. The main objective was to determine whether this addition improves impermeability and adhesion without significantly compromising structural strength. To this end, tests were conducted in accordance with Peruvian and Chilean technical standards, including prism compression tests, diagonal compression tests on low walls, flexural strength, water absorption, and shear adhesion tests, using mortars with rosin percentages of 0.2%, 0.4%, and 0.5% at different dosages. The results showed that the addition of rosin reduces the mortar's compressive and flexural strength, as well as its stiffness. However, it significantly improves impermeability and adhesion, especially at dosages of 0.2% and 0.4% resin. It was concluded that although the use of rosin diminishes certain mechanical properties, its physical benefits, such as reduced capillary absorption and increased adhesion, make it a viable alternative in homes with up to two floors, in contexts where humidity control is a priority over structural strength.

1. INTRODUCCIÓN

Es indiscutible que el cemento hoy en día es el material más utilizado a nivel mundial en la construcción, principalmente por la versatilidad, facilidad de aplicación y bajo costo de los materiales que se utilizan. Se usa como indicador para obtener el nivel de desarrollo de los países. Por lo mencionado, es esencial plantear nuevas investigaciones que busquen mejorar las propiedades de este material [1]. Para lograr las mejoras en sus propie-

dades, el cemento debe ser modificado con el uso de aditivos y/o adiciones que le aporten a mejoras y puedan ajustarse a las necesidades de todas las industrias [2].

En el uso de este se presentan problemas que perjudican su desempeño, como la humedad, la cual daña las construcciones de albañilería y de concreto armado, debido a las características de los materiales, los cuales absorben fluidos a través de los vacíos en el interior de los

elementos constructivos. El motivo de la aparición de la humedad es debido a la ausencia de láminas impermeabilizantes y/o debido a que los métodos tradicionales no funcionan. Los morteros, albañilería y gravas son poros, hidrófilos y son muy permeables, por lo que se genera capilaridad [3]. Estas características permiten que la humedad proveniente de los cimientos, sobrecimientos o muros que mantengan contacto con suelos húmedos ascienda. El agua sube al muro por la capilaridad y una vez que el fluido se evapora dichas sales se cristalizan y se depositan en la superficie causando daños en los muros o en el concreto armado.

En la ciudad de Santiago de Chile, se presentan este tipo de problemas; los cuales afectan 4 de 10 casas, debido a la falta de secado por el rápido desencofrado, los elementos retienen agua y por este motivo aparecen las manchas en los muros, desprendimiento de pintura, moho y eflorescencia. Además, perjudica la habitabilidad y estética de las viviendas [4]. Un parámetro importante es la presencia de agua dentro de los poros del material, el cual disminuye el rendimiento mecánico, afectando la resistencia a la compresión y corte [5]. En el caso de Perú, este tema representa uno de los grandes problemas que afectan a las viviendas en la costa y amazonía. Se presentó el caso en el colegio inicial Divino Niño Jesús en Lores, donde los daños que se presentaron en el concreto armado y en los muros de albañilería son la delaminación y la eflorescencia [6].

Esta investigación busca, mediante la adición de un nuevo material, evitar que el mortero absorba un exceso de humedad. Esto es crucial, ya que la absorción excesiva debilita la unión entre el ladrillo y el mortero. Si esta unión falla, la estructura puede debilitarse, lo que resultaría perjudicial para los habitantes de las viviendas.

Por esto surge la interrogante: ¿Cómo influye la incorporación de la resina de colofonia en las propiedades mecánicas y físicas en la elaboración del mortero? La investigación busca comprobar la hipótesis de que las propiedades mecánicas y físicas del mortero con resina de colofonia influye de manera positiva en su elaboración, aumentando la impermeabilidad y mejorar su adherencia. Para determinar si hay mejora en las propiedades, se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión en pilas de albañilería, compresión diagonal en muretes de albañilería, determinar la absorción de morteros en albañilería, resistencia a la flexión del mortero y adherencia a cizalle.

En el aspecto técnico, el procedimiento y resultados se establecen de acuerdo con la norma NTP E070 con respecto a la calidad y requisitos mínimos del muro. En el aspecto social busca hacer llegar el conocimiento a las poblaciones que utilizan el mortero para el asentado de sus muros, pero sobre todo enfocándose en poblaciones en donde hay humedad y también para viviendas antiguas que busquen mejorar las zonas afectadas por la humedad y el tiempo.

De igual manera, el objetivo general de este estudio es evaluar las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento Portland con la adición de resina de colofonia en diferentes porcentajes, para su aplicación en muros de albañilería confinada. Para lograrlo, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

Evaluar la resistencia a la compresión de prismas de albañilería y la compresión diagonal en muretes de mortero con resina de colofonia, utilizando porcentajes de 0.2%, 0.4% y 0.5%.

Obtener el módulo de elasticidad, módulo de corte y coeficiente de Poisson del mortero.

Evaluar la resistencia a la flexión del mortero.

Evaluar la cantidad de absorción del mortero.

Evaluar la adherencia del mortero.

Realizar un estudio comparativo de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión (prismas y diagonal en muretes), flexión, absorción (según la NTP) y adherencia del mortero con los diferentes porcentajes de resina de colofonia, frente a los resultados de un mortero de cemento Portland tradicional.

2. MÉTODO

2.1 MUESTRA

El método de muestreo es por conveniencia, teniendo en cuenta un enfoque no probabilístico, donde no se emplearán fórmulas estadísticas para seleccionar las muestras.

El muestreo tomará en cuenta los parámetros de la norma E070 de albañilería y para cuantas muestras se harán, se tomará en cuenta las normas técnicas peruanas.

2.2 FORMA DE MUESTREO

Cantidad de muestras según las normas utilizadas

- Resistencia en compresión de prismas de albañilería: La norma NTP 399.605 menciona que como mínimo son 3 muestras o pilas de albañilería.
- Compresión diagonal en muretes de albañilería: La norma NTP 399.621 menciona que como mínimo son 3 muestras o muretes.
- Resistencia a la flexión de morteros de cemento: La norma NTP 334.120 dice que para tener resultados óptimos se debe realizar como mínimo 3 muestras por día en los que se analizará (3 días, 7 días y 28 días).
- Ensayo de absorción: La norma NTP 399.631 menciona que se deben de realizar por los menos 3 cubos

- para poder sacar el promedio y obtener un resultado óptimo.
- Adherencia a cizalle: La norma chilena Nch 167 menciona que como mínimo se deben hacer 3 muestras.

Tabla 1

Cantidad de muestras a ensayar dividido en tipos de ensayo y tipos de mortero

TIPOS DE MORTEROS	ENSAYOS	MUESTRAS SEGÚN DOSIFICACIÓN		
		1:3	1:4	1:5
MORTERO PATRÓN	COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	3	3	3
	COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	3	3	3
	ADHERENCIA POR CIZALLE	3	3	3
	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO	9	9	9
	TASA DE ABSORCIÓN	3	3	3
TOTAL DE MUESTRAS		63		
ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.2%	COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	3	3	3
	COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	3	3	3
	ADHERENCIA POR CIZALLE	3	3	3
	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO	9	9	9
	TASA DE ABSORCIÓN	3	3	3
TOTAL DE MUESTRAS		63		
ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.4%	COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	3	3	3
	COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	3	3	3
	ADHERENCIA POR CIZALLE	3	3	3
	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO	9	9	9
	TASA DE ABSORCIÓN	3	3	3
TOTAL DE MUESTRAS		63		
ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.5%	COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	3	3	3
	COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	3	3	3
	ADHERENCIA POR CIZALLE	3	3	3
	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO	9	9	9
	TASA DE ABSORCIÓN	3	3	3
TOTAL DE MUESTRAS		63		
TOTAL		252		

Tabla 2

Cantidad de muestras por ensayos mecánicos

ENSAYOS	MUESTRA PA- TRÓN	ENSAYOS MECÁNICOS		
		ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.2%	ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.4%	ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.5%
COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	9	9	9	9
COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	9	9	9	9
ADHERENCIA POR CIZALLE	9	9	9	9
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTEROS DE CEMEN- TO HIDRÁULICO	27	27	27	27
TOTAL	216			

Tabla 3

Cantidad de muestras a ensayar por su propiedad física

ENSAYOS	MUESTRA PATRÓN	ENSAYOS FÍSICOS		
		ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.2%	ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.4%	ADICIÓN DE RESINA DE COLOFONIA 0.5%
TASA DE ABSORCIÓN	6	6	6	6
TOTAL	24			

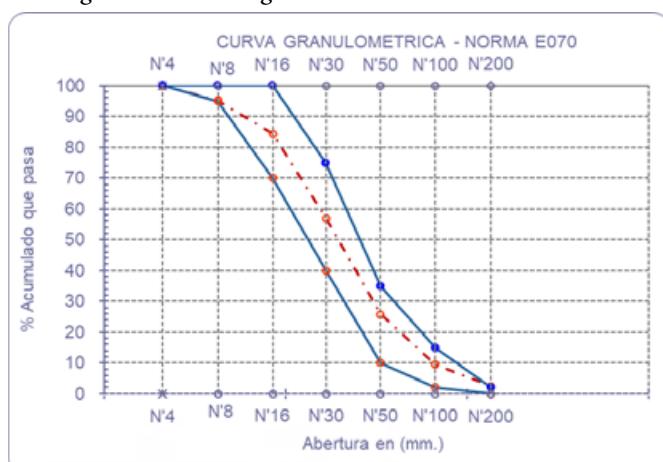
2.3 ENSAYO PARA EL AGREGADO FINO

2.3.1 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

La normativa busca precisar la gradación de los agregados los cuales se están analizando. Los resultados nos dirán si está cumpliendo la distribución del tamaño de partícula, siguiendo los lineamientos [7]. Lo primero para realizar el ensayo es tomar una cantidad de muestra considerable para colocarla en un recipiente o mesa para poder dividirla en cuatro partes iguales, se elegirán dos partes opuestas para obtener la mejor muestra y así realizar el ensayo de granulometría. Luego se toma una muestra de 500g de agregado fino obtenido del cuarteo. El tamizado debe realizarse con movimientos circulares o de agitación, luego se pesa el material retenido en el tamiz para determinar la granulometría del agregado [7]. En la figura 1 se muestra la curva granulométrica. En Figura 1 muestra la curva granulométrica obtenida.

Figura 1

Curva granulométrica según la normativa E070



2.3.2 Densidad, densidad relativa y absorción del agregado fino

Se basa en establecer el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción [8]. Se tomará una muestra de 500gr que ya se encuentre seca y que pasó por el tamiz 4 para colocarlo en una fiola previamente pesada. Una vez hecho esto, se colocará agua hasta tener unos 500cm³ para después agitarla para que salga el aire atrapado. Despues se debe dejar 24 horas en reposo para pesar la fiola + muestra + agua. Por último, pasaremos a una tara

para luego colocarla en el horno y dejar 24 horas [8]. En la Tabla 4, se muestra el resultado de la absorción y el peso específico del agregado fino.

Tabla 4

Resultados del ensayo de densidad, densidad relativa y absorción del agregado fino

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		
DATOS DE LA ARENA		
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	500.00 g	500.00 g
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso de la fiola + Peso del agua.	939.40 g	944.10 g
Peso de la Muest. secada ahorno	497.50 g	497.10 g
Peso del Agua.	300.50 g	300.50 g
Peso de la fiola	138.90 g	144.60 g
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso de la fiola.	638.90 g	638.90 g
Peso de la Muest. secada ahorno + Peso de la fiola.	636.40 g	636.40 g
Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	500.00 cm ³	500.00 cm ³
RESULTADOS		
Peso específico de la arena	2.494	2.492
Peso específico de la masa	2.506	2.506
Peso específico aparente	2.525	2.528
Porcentaje de absorción	0.50%	0.58%
		2.493

2.3.3 Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Establece métodos para calcular el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado me-

diante el proceso de secado [9]. Se tomará una muestra de 500 gr la cual sale del cuarteo ya hecho. Esta muestra será puesta en un horno por 24 horas y se dará en reposo por 1 hora para luego pesarla [9]. En la Tabla 5 se muestra el resultado del contenido de humedad.

Tabla 5

Resultados del ensayo de contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Peso de la muest. húmeda	500.00 g	500.00 g
Peso de la muestra seca	498.50 g	499.40 g
Cont. Humedad	0.30%	0.28%
Promedio		0.29%

2.3.4. Determinación de la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados

Peso unitario suelto

Lo primero que se realiza es pesar el molde metálico para luego llenar el molde a una distancia de 5cm por encima del molde. Por último, se enraza con una varilla metálica [10].

Peso unitario compactado

El ensayo consiste en llenar el molde en 3 capas iguales, aplicando 25 golpes con un avarilla metálica y 25 golpes con un mazo de goma en los lados por cada capa. Para finalizar se enraza y se pesa [10]. Los resultados del peso unitario suelto y compacto se muestran en Anexos, tabla 6.

2.4 Ensayo para obtener las propiedades mecánico-físicas

2.4.1 Determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

Determinar si cumple con la resistencia a la compresión f'mt, utilizada para verificar el cumplimiento de la resistencia especificada para la albañilería f'm [11]. Se realizan prismas de como mínimo 2 unidades de albañilería o con una relación alto/espesor 1.3 y 5. Pasado los 28 días se ensayarán el prisma, llevándolo a una máquina de compresión [11]. En Figura 2 se muestra el cómo se realiza el ensayo.

Figura 2

Procedimiento del ensayo de compresión en prismas de albañilería



2.4.2 Compresión diagonal en muretes de albañilería

Evalúa la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería a través de la aplicación de una carga diagonal de compresión [12]. Se deben realizar muretes de por lo menos 60x60 cm, teniendo 2 unidades enteras por hilada, se deben hacer 3 muertes por lo menos. El ensayo se realizará a los 28 días, colocando las muestras a 45° en la máquina de compresión [12]. En Figura 3 se muestra el cómo se realiza el ensayo.

Figura 3

Procedimiento del ensayo de compresión diagonal en muretes.



2.4.3 Módulo d elasticidad de la albañilería

Es la correlación que hay entre la carga normal y la distorsión unitaria para tensiones de tracción y compresión que están debajo del límite del material. Se le conoce como módulo de Young [13].

Ecuación para la determinación del Módulo de elasticidad, según [14].

$$E_m = 500 \times f'm$$

Donde:

E_m = Módulo de elasticidad

$f'm$ = Resistencia a la compresión axial

2.4.4 Módulo de corte de la albañilería

Es una constante elástica que describe el cambio en la forma de un material elástico cuando se le aplican fuerzas de corte [13].

La ecuación para determinar el Módulo de corte, según [14].

$$G_m = 0.4 \times E_m \quad (1)$$

Donde:

G_m = Módulo de corte

E_m = Módulo de elasticidad

2.4.5 Módulo de Poisson

Es la correlación que hay entre las distorsiones transversales y las longitudinales, al estar sometida la albañilería a fuerzas de compresión [13].

La ecuación para determinar el Módulo de poisson, según [15].

$$G = \frac{E}{2 * (1 + v)} \quad (2)$$

Donde:

v = Módulo de poisson

G = Módulo de corte

E = Módulo de elasticidad

2.4.6 Resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico

Evalúa la resistencia a la flexión de una pequeña muestra de mortero de cemento hidráulico utilizando una viga y aplicando una carga en el centro [16]. Para el ensayo se realizan 9 muestras las cuales se dividirán en 3 muestras para cada día de rotura como dice la norma (3, 7, y 28 días) para obtener la flexión del mortero [16]. En

Figura 4 se muestra el cómo se realiza el ensayo.

Figura 4

Procedimiento del ensayo de resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico



2.4.7 Tasa de absorción del agua de morteros de albañilería

Evalúa la absorción del agua en morteros que se utilizan en albañilería. Este método no se usa en campo debido a que los especímenes se preparan en condiciones controladas. Los resultados se pueden utilizar para evaluar la efectividad de aditivos y el impacto de otros componentes en la resistencia al agua del mortero [17]. Se realizaron 3 cubos de 5 cm y se dejó curar durante 28 días para que alcance su peso completo. Después se colocó en un recipiente de plástico; lo siguiente fue llenar el recipiente con agua hasta que el cubo se remoje 5mm. Luego se observó por 5 minutos hasta que el agua no baje su nivel [17]. En Figura 5 se muestra el cómo se realiza el ensayo.

Figura 5

Procedimiento del ensayo de tasa de absorción del agua de morteros de albañilería



2.4.8 Adherencia a cizalle

Consiste en someter a cizalle muestras formadas por 3 ladrillos adheridos con mortero [18]. Para obtener mejores resultados la norma chilena menciona que se deben hacer mínimo 3 muestras las cuales se ensayaron a los 28 días [18]. En (Anexo, Figura 6) se muestra el cómo se realiza el ensayo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

Determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

(Ver Anexos Figura 7)

Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

(Ver Anexos Figura 8)

Obtención de módulo de elasticidad, módulo de corte y módulo de poisson

(Ver Anexos Tabla 7)

Resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico

(Ver Anexos Figura 9)

Tasa de absorción del agua de morteros de albañilería

(Ver Anexos Figura 10)

Adherencia a cizalle

(Ver Anexos Figura 11)

3.2 DISCUSIONES

Según el objetivo general, evaluar las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento portland con la adición de los diferentes porcentajes de resina de colofonia en muros de albañilería confinada, para esto se realizaron los diferentes ensayos en el laboratorio, para lo cual se preparó la mezcla de mortero de manera tradicional y por otra parte una mezcla con resina de colofonia con sus diferentes porcentaje de adición propuesto en la tesis, mostrando una mejora en las características físicas y mecánicas del mortero pero disminuyendo las propiedades mecánicas de los muros.

Según el objetivo específico, evaluar la resistencia a la compresión de prismas de albañilería del mortero con resina de colofonia con los porcentajes de 0.2%,

0.4% y 0.5%, se observó que, al mezclar resina de colofonia, el mortero pierde resistencia conforme aumenta la cantidad de la colofonia. Esto se ve en la dosificación 1:3 patrón que alcanzó una resistencia a la compresión en prismas de 84.20 kg/cm², pero cuando se le agregó el porcentaje de 0.2% de colofonia, la resistencia bajó a 59.67 kg/cm² lo que en porcentaje quiere decir 29%; estos resultados se repitieron con los demás prismas. En el tema de los muretes que se ensayaron, se repitió el mismo comportamiento que las pilas. En la mezcla 1:3 patrón, logró llegar a una resistencia de 11.79 kg/cm² y en cambio con 0.2% de colofonia bajó a 8.25 kg/cm² lo que es porcentaje refleja un 30%. Al comparar la investigación de [19], se determina que al agregar más colofonia esta se vuelve menos porosa y absorbente; sin embargo, también se determinó que el mortero es menos resistente al momento de resistir cargas axiales. Lo mismo estableció G. Sosa [20], que al presentar diferentes dosificaciones de colofonia en el concreto, sobre todo cuando se agrega mayor cantidad de colofonia se obtenían menos resistencia a la compresión en el concreto. Con estos resultados se afirma que la colofonia no deja pasar fácilmente el agua, haciendo que no suba la humedad e impide que el cemento se hidrate, ocasionando que la mezcla se vuelva de baja resistencia.

Según el objetivo específico, obtener el módulo de elasticidad, módulo de corte y poisson de los ensayos de compresión de prismas y compresión diagonal en muretes, estas propiedades se calcularon a partir de los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión en prismas y compresión diagonal en muretes. Se determinó que al aumentar la cantidad de colofonia en el mortero los valores disminuyen, por esto lo que se asume que el mortero se vuelve más flexible, es decir, menos rígido ante las cargas. Todos los morteros en los que se añadió resina no lograron cumplir lo mínimo que menciona la norma E070. Esto da a entender que, si bien el mortero pierde rigidez, aun se puede considerar funcional en estructuras que no estén sometidas a grandes cargas. Estudios como el de G. Sosa [20], nos permite comparar cómo al incorporar colofonia en el concreto, este afecta la rigidez del material, ya que la resina actúa como agente incorporador de aire. Lo mismo plantea [19], quien demostró que la combinación de tanino y colofonia en morteros afecta las propiedades físicas y mecánicas, una de ellas es la rigidez, logrando afirmar que esta mezcla es más ligera y porosa, si bien logra mejorar su trabajabilidad, pero modifica su capacidad para soportar cargas severas.

Según el objetivo específico, evaluar la resistencia a la flexión del mortero con resina de colofonia con los porcentajes de 0.2%, 0.4% y 0.5%, se observó que al agregar colofonia en los diferentes porcentajes de 0.2%, 0.4% y 0.5%, tiende a reducir su resistencia a la flexión, especialmente cuando se usa más de 0.2% de colofonia. Las

pruebas se realizaron a los 3, 7 y 28 días de curado, y en los primeros días se observó que el mortero con 0.2% de colofonia mantenía una resistencia parecida al patrón de las dosificaciones 1:3 y 1:4; sin embargo, cuando el porcentaje de colofonia subía a 0.4% o 0.5%, bajaba la resistencia, sobre todo en la dosificación 1:5, que es la que tiene menos cemento y por eso es más frágil a esfuerzos de tracción. Los resultados indican que si el porcentaje de colofonia se mantiene menor a 0.2%, el mortero se comporta de manera parecida al patrón, pero si se pasa pierde rigidez. Si se compara con estudios pasados como el de M. Fernández *et. al* [19], se establece que al usar colofonia y tanino en morteros puede ser beneficioso siempre y cuando se utilice en dosificaciones bajas; en sus ensayos notaron que estas mezclas mejoraban la durabilidad y algunas propiedades mecánicas, pero también concluyeron que pueden aparecer burbujas o vacíos internos que hacen más débil la mezcla. De manera similar G. Sosa [20], menciona que la colofonia al actuar como aditivo introduce aire y mejora la trabajabilidad, va a afectar la resistencia al usar proporciones de colofonia en grandes cantidades. Se puede concebir que la resistencia a la flexión del mortero depende de que se formen bien las uniones internas del cemento al fraguarse, ya que la colofonia al ser una resina que repele el agua forma una película interna que impide que el cemento se hidrate del todo; haciendo que la mezcla del mortero no se forme bien.

Según el objetivo específico, evaluar la cantidad de absorción del mortero con resina de colofonia con los porcentajes de 0.2%, 0.4% y 0.5%, se determinó que a medida que aumentaba el porcentaje de la colofonia, la absorción de agua disminuía y los resultados reflejaron que en todos los casos el mortero con colofonia era más impermeable que el patrón. Los ensayos realizados en tres etapas (0.25 horas, 1.5 horas y 24 horas), siguiendo el procedimiento que dice la norma. La mezcla con 0.2% de colofonia fue la que alcanzó el mejor comportamiento de impermeabilidad, ya que fue la que logró reducir de forma significativa la absorción tanto en las primeras horas como a lo largo del ensayo. Se identificó que se mantiene una porosidad más cerrada debido a la colofonia. Al comparar con el estudio de [19], donde menciona que la colofonia al adicionarse con el mortero genera una disminución importante en la porosidad y absorción de agua, mejorando la durabilidad del material ante ambientes agresivos. De la misma manera [20], concluyó que la colofonia al actuar como un agente impermeabilizante natural reduce la absorción capilar al formar una película hidrofóbica dentro de la mezcla, lo que protege al concreto frente al ingreso de humedad sin necesidad de aplicar aditivos sintéticos o revestimientos adicionales. Por esto, se afirma que esta propiedad es fundamental para prolongar la vida útil del mortero en contacto con los suelos húmedos, zonas costeras o edificaciones antiguas donde la humedad ascendente es una patología frecuente, la cual genera una barrera dentro del mortero impidiendo que el agua llegue

a la zona de acero, evitando la corrosión y reduciendo la aparición de manchas de humedad en la superficie.

Según el objetivo específico, evaluar la adherencia del mortero con resina de colofonia con los porcentajes de 0.2%, 0.4% y 0.5%, se observó que a diferencia de otras propiedades mecánicas que disminuyeron con el uso de la resina de colofonia, la adherencia mejoró con el aumento de la colofonia. En la dosificación 1:3, la adherencia fue menor que la alcanzada por el mortero con 0.2% de colofonia, y en los porcentajes 0.4% y 0.5% fue aún más notable. Los resultados obtenidos son bastante útiles, ya que una buena adherencia garantiza que los muros trabajen como un solo conjunto y no se separen las piezas con el tiempo, sobre todo en la presencia de vibraciones de pequeños sismos o pequeñas cargas laterales. Lo que indican G. Sosa [20], y M. Fernández [19], establece que la colofonia actúa como repelente de agua, mejorando la unión entre componentes del mortero, esto debido a que genera una película adhesiva natural entre las superficies del cemento y el ladrillo. O. Hernández y R. Meli [21], determinaron que la adherencia del mortero y ladrillo no conlleva importancia en la resistencia y ductilidad del muro ante cargas laterales. Así se afirma que estos compuestos mejoran el contacto entre el mortero fresco y la superficie rugosa del ladrillo, reduciendo la formación de microburbujas de aire y aumentando el área efectiva de contacto entre ambos materiales. Además, como la resina disminuye la porosidad del mortero, también reduce la pérdida de agua durante el fraguado inicial, lo que permite un mejor asentado y pegado del ladrillo sin que se despegue por secado rápido o falta de humedad. Este tipo de comportamiento es especialmente útil en zonas donde se trabaja con ladrillo artesanal.

Según el objetivo específico, realizar un estudio comparativo de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería y diagonal en muretes, flexión, absorción (según la NTP), y adherencia del mortero con los diferentes porcentajes de resina de colofonia ante los resultados de un mortero de cemento portland tradicional. Los resultados indicaron que en general el uso de la colofonia afecta algunas propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión en prismas y muretes, y flexión, pero mejora considerablemente la adherencia y disminuye la absorción de agua. En los prismas, el mortero patrón alcanzó resistencias más altas que las dosificaciones a las que se le añadieron colofonia, además ninguna dosificación con colofonia alcanzó las características mínimas que menciona la norma E070; sin embargo, el ensayo de compresión en muretes, la única dosificación 1:3 con 0.2% de colofonia si alcanzó las características mínimas de la norma. Por otro lado, los ensayos de flexión, la tendencia fue similar, manteniendo una disminución leve en la resistencia para los morteros con colofonia. Sin embargo, cuando se ensayó la tasa de absorción de agua y la adherencia a cizalle, los morteros

con colofonia especialmente con 0.2% o 0.4% superaron al mortero patrón, mostrando una menor absorción y una mejor capacidad de agarre entre ladrillos y morteros. G. Sosa [20], determinó que la colofonia al actuar como biopolímero introduce aire en la mezcla, mejorando la trabajabilidad, pero reduciendo sus propiedades mecánicas, dependiendo del porcentaje adicionado.

Estos estudios previos coinciden que el uso de la colofonia debe manejarse con cuidado y en proporciones adecuadas para lograr un equilibrio entre resistencia y durabilidad. Por esto M. Fernández [19], definió que, al añadir colofonia al mortero, mejora su impermeabilidad y disminuye la porosidad, aunque también indicó una disminución en ciertas propiedades estructurales, lo cual concuerda con los resultados de este estudio. Esto es crucial en zonas donde la humedad es un problema constante, ya que ayuda a prevenir la formación de hongos, eflorescencias y desprendimientos de revestimiento. Además, el hecho de que el mortero con colofonia tenga una mejor adherencia permite que los muros trabajen más unidos y con menos riesgo de separación o fisuras con el paso del tiempo.

4. CONCLUSIONES

Se concluyó que la adición de colofonia genera una disminución en la resina a la compresión tanto en prismas como en muretes. Sin embargo, la dosificación 1:3 con 0.2% de colofonia lograron cumplir las características mínimas que pide la norma E070, permitiendo su uso en muros no portantes (tabiquería), viviendas de no más de 2 pisos sin comprometer la parte estructural.

Los valores que se obtuvieron de los módulos elásticos indicaron que se presentaron variaciones con respecto al mortero patrón, estos resultados fueron esperados por el comportamiento del material con un aditivo hidrofóbico. Estas propiedades si bien es cierto que disminuyeron, no quiere decir que no se puedan utilizar en proyectos que no requieran un comportamiento de mucha demanda estructural.

La resistencia a flexión presentó variaciones leves entre mezclas, sin tener disminuciones importantes que comprometan el desempeño del mortero. La mezcla con 0.2% de colofonia mantuvo una buena capacidad a flexión, lo cual sugiere que dicho porcentaje es el más adecuado para mantener un equilibrio entre las propiedades mecánicas y físicas.

La incorporación de colofonia redujo notablemente la tasa de absorción de agua en comparación con el patrón. Destacando con una mejora física significativa. Esta propiedad es clave para mitigar problemas de humedad ascendente, especialmente en construcciones con climas húmedos.

Los resultados mostraron un aumento en la adherencia a cizalle en las mezclas con colofonia, especialmente

en aquellas con mayor porcentaje del aditivo. Esta mejora en la cohesión del ladrillo y mortero es un aporte relevante para garantizar la integridad de los muros frente a esfuerzos de baja sismicidad o a bajos empujes laterales.

La comparación evidenció que, si bien hay una reducción parcial de las propiedades mecánicas, los beneficios físicos obtenidos con la adición de colofonia compensan esa perdida en contextos donde la resistencia no sea un parámetro necesario, sino donde la humedad es un factor primordial. Por tanto, se valida la hipótesis de que la resina mejora el desempeño físico del mortero sin comprometer su funcionalidad estructural en condiciones específicas.

REFERENCIAS

- [1] D. Heras Murcia, “Morteros de cemento con nano-adiciones de hierro y sílice” Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2015.
- [2] J. Alcaide Romero, “Caracterización de morteros con adición o sustitución de diferentes materiales carbonosos” Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España, 2007.
- [3] A. Adco Mamani y A. Apaza Mamani, “Influencia del Polietileno en la Humedad por Capilaridad en Muros de Mampostería en la Urbanización Clara Victoria-Juliaca”, Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo, Perú, 2022.
- [4] J. P. Fernandez Curotto, “Humedad proveniente del suelo en edificaciones”, Tesis de Grado, Universidad Nacional de Chile, Chile, 2008.
- [5] N. Proietti, P. Calicchia, F. Colao, S. De Simone, V. Di Tullio, L. Luvidi, F. Prestileo, M. Romani y A. Tatì, «Moisture Damage in Ancient Masonry: A Multidisciplinary Approach for In Situ Diagnostics,» *Minerals*, vol. 11, nº 406, p. 23, 2021.
- [6] L. B. Pusaclla Bernal, “Los suelos con alto contenido de sales influyen en los daños en viviendas autoconstruidas en la zona II de Tahuantinsuyo- Independencia 2017”, Tesis de Grado, Universidad César Vallejo, Perú, 2017.
- [7] INACAL, “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global” Lima, 2001.
- [8] INACAL, “Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino” Lima, 2013.
- [9] INACAL, “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado” Lima, 2013.
- [10] INACAL, “Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados” Lima, 2011.
- [11] INACAL, “Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería” Lima, 2013.
- [12] INACAL, “Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería” Lima, 2004.
- [13] R. Yaipen Trelles, “Determinación del módulo de elasticidad, coeficiente de poisson, módulo de corte, del concreto, utilizando materiales de la región de Piura” Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú, 2022.
- [14] A. San Bartolomé, D. Quiun y W. Silva, *Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería*, Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- [15] C. R. Catalán Oliva, “Algunas consideraciones sobre el modulo de poisson” Unidad de investigación y desarrollo vial, San salvador, 2008.
- [16] INACAL, “Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cemento portland” Lima, 2002.
- [17] INACAL, “Método de ensayo normalizado para la tasa de absorción del agua de morteros de albañileria” Lima, 2015.
- [18] INN, “Construcción-Ladrillos cerámicos-Ensayos” Chile, 2001.
- [19] M. Fernandez Cánovas, N. Hurtado y G. Kawiche, «Influencia que sobre las propiedades físico-mecánicas de los morteros de cemento portland tiene la adición de colofonia y tanino,» *Materiales de construcción*, vol. 39, nº 216, pp. 15-22, 1989.
- [20] G. Sosa Davila, “Efecto del biopolímero extraído de piñón radiata como aditivo en las propiedades del concreto Huancayo - Junin 2018” Universidad Nacional de Centro del Perú, Perú, 2019.
- [21] O. Hernández y R. Meli, “Modalidades de refuerzo para mejorar el comportamiento sísmico de muros de mampostería” UNAM, México, 1976.

ANEXOS

Figura 6

Procedimiento del ensayo de adherencia a cizalle



Figura 7

Resistencia a la compresión en prismas

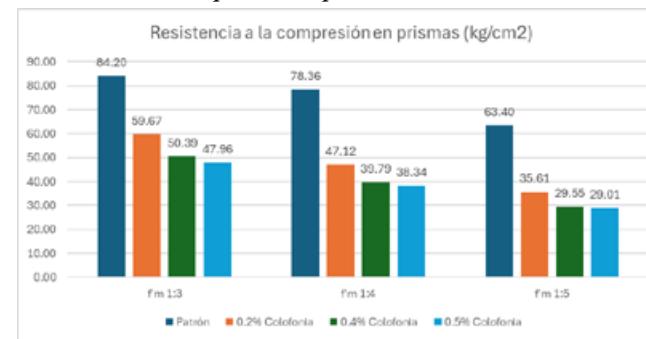


Figura 8

Resistencia a la compresión diagonal en muretes

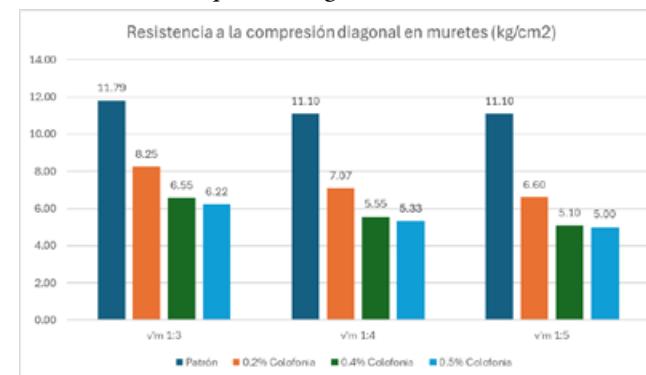


Figura 9

Resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico

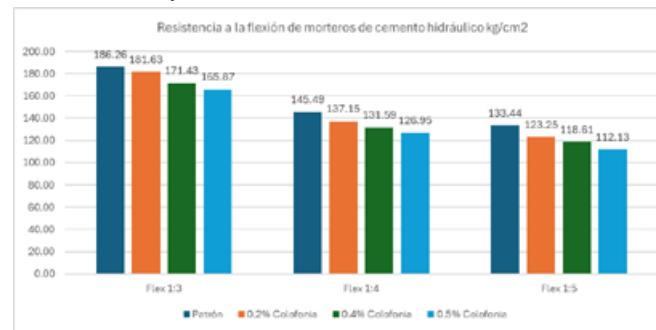


Figura 10

Tasa de absorción a las 24 horas

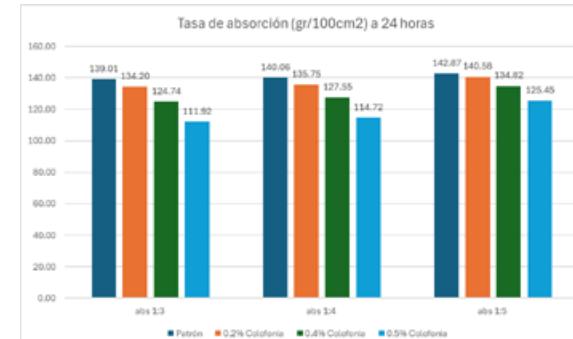


Figura 11

Adherencia a cizalle

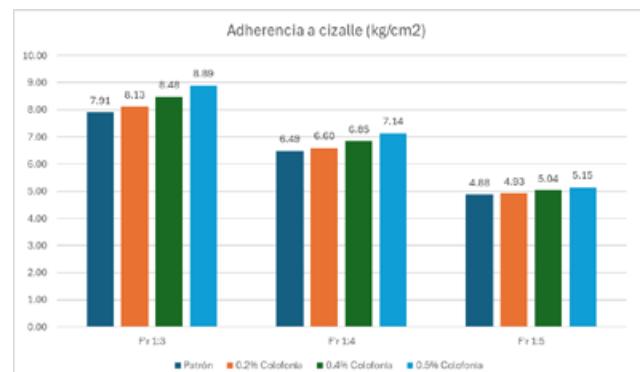


Tabla 6

Resultados del ensayo de determinación de la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados

PESO UNITARIO		
PESO U. SUELTO	A	B
Peso de la muestra húmeda	8466	8473
Volumen de molde	0.00530	
Peso unitario suelto húmedo	1598	
PESO UNIT. SUELTO SECO	1602	
PESO U. COMPACTADO	A	B
Peso de la muestra húmeda	9207	9223
Volumen de molde	0.00530	
Peso unitario compactado húmedo	1738	
PESO UNIT. COMPACTADO SECO	1743	

Tabla 7

Módulo de elasticidad, módulo de corte y módulo de poisson

MUESTRAS	Em (kg/cm ²)	Gm (kg/cm ²)	Módulo de Poisson
PATRÓN 1-3	42097.98	16839.19	0.25
0.20% COLOFONIA	29834.42	11933.77	0.25
0.40% COLOFONIA	25192.84	10077.14	0.25
0.50% COLOFONIA	23982.49	9593.00	0.25
PATRÓN 1-4	39177.98	15671.19	0.25
0.20% COLOFONIA	23559.58	9423.83	0.25
0.40% COLOFONIA	19894.02	7957.61	0.25
0.50% COLOFONIA	19170.43	7668.17	0.25
PATRÓN 1-5	31700.89	12680.36	0.25
0.20% COLOFONIA	17804.14	7121.66	0.25
0.40% COLOFONIA	14773.98	5909.59	0.25
0.50% COLOFONIA	14506.56	5802.62	0.25