

### Descripción general

La argamasa, o mortero, es el agente adherente que da integridad a un muro de mampostería. Debe ser resistente, duradera, capaz de mantener intacto al muro, y debe crear una barrera impermeable al agua. El Brick Institute of America y otros expertos en mampostería recomiendan que la argamasa esté hecha de los ingredientes siguientes.

### Ingredientes de la argamasa

ASTM C270, "Especificación para argamasa para mampostería unitaria", cubre la especificación para argamasa.

### Cemento Portland

Un cemento hidráulico, contribuye a la durabilidad, la alta resistencia inicial y la alta resistencia a la compresión. Es uno de los principales ingredientes cementosos de las argamasas. El BIA solo recomienda tres de los ocho tipos cubiertos por ASTM C150, Especificaciones estándar para cemento Portland.

Los tres tipos recomendados por el BIA:

- Tipo I - Para uso general cuando las propiedades especiales de los tipos II y III no se necesitan.
- Tipo II - Para uso cuando se desea resistencia moderada al agua salada o un calor de hidratación moderado; a veces se usa en clima cálido como alternativa a la adición de un retardador.
- Tipo III - Para uso cuando se desea una alta resistencia inicial; se puede usar en clima frío.

### Cal hidratada

El tipo S, cubierto por ASTM C207, se fragua solo al contacto con el aire, contribuye a la trabajabilidad, la retención de agua (evita que el agua se evapore con demasiada rapidez de la argamasa), la elasticidad, la resistencia de la adherencia y la resistencia a la penetración de agua a través del enladrillado. También es un ingrediente cementoso, pero toma mucho más tiempo que el cemento Portland en desarrollar su resistencia.

Las argamasas con alto contenido de cal generan un fenómeno denominado curado autógeno. Cuando el agua de lluvia, que siempre contiene dióxido de carbono, se absorbe en la argamasa, o se absorbe directamente en la argamasa o disuelve cantidades minúsculas de cal hidratada o caliza. Esta solución penetra en las grietas o vacíos, y la cal hidratada se combina químicamente con el dióxido de carbono para formar caliza, que se vuelve ligeramente más grande que la cal hidratada original.

La caliza se endurece a medida que es secada por el aire y se adhiere a las superficies contiguas en los vacíos. Con el tiempo, los vacíos o grietas pueden llenarse. Este proceso lento continúa durante años. Mientras más alto sea el contenido de cal, más eficaz es el proceso de curado.

### Arena

La arena especificada por ASTM C144 sirve de relleno, ofrece la mezcla más económica y contribuye a la resistencia.

### Agua

El agua es el vehículo de mezclado que crea la trabajabilidad plástica e inicia la acción de cementación.

### Pigmentos

El color se puede lograr de una variedad de maneras:

- Cuando el cemento Portland gris o blanco se mezcla con arenas locales, creará argamasa de matices de gris o blanco.
- Otros colores solo se deben lograr usando óxidos metálicos, tales como los óxidos de hierro, manganeso y cromo, el negro de humo y el azul ultramarino.
- Demasiado pigmento reducirá las resistencias y la durabilidad, por lo tanto, el peso máximo de los pigmentos no debe exceder el 1% del peso del cemento Portland, excepto el negro de humo, que no debe exceder del 2 al 3% del peso del cemento.

### Aditivos

A veces se añaden aditivos a la argamasa, pero normalmente no se recomiendan por las razones siguientes:

- Se añaden aditivos aireantes (incorporadores de aire) para mejorar la trabajabilidad y durabilidad de la argamasa. Sin embargo, los estudios han demostrado que contenidos de aire en la argamasa superiores al 12% aumentan la probabilidad de penetración de humedad y reducen la resistencia de la adherencia.
- A veces se usan compuestos anticongelantes o sustancias similares para bajar el punto de congelación de la argamasa a fin de que el ladrillo se pueda instalar en clima frío. Sin embargo, para que sean eficaces se tiene que añadir una cantidad considerable a la argamasa y eso reduce enormemente la resistencia de la adherencia y contribuye a la eflorescencia y desconchado del ladrillo.

- Se usan aceleradores, tales como el cloruro de calcio, para acelerar la hidratación de la argamasa en clima frío y para que no sea necesario calentar los materiales de la argamasa. El cloruro de calcio tiende a corroer la armadura empotrada en la argamasa. Ese acero sujeta el enladrillado al edificio. Los aceleradores, incluso los que no contienen cloruro de calcio, tienden a crear eflorescencia.

Nota: La resistencia a la compresión aplica a las muestras preparadas en laboratorio.

### Especificaciones para la argamasa

Proporciones, parte por volumen					Propiedad	
Tipo de argamasa	Cemento Portland	Cal hidratada	Cemento para mampostería o argamasa		Agregado, medido en estado húmedo y suelto	Promedio de resistencia a la compresión en 28 días PSI (MPa)
			Tipo N	Tipo S		
M	1	1/4			Entre 2 1/4 y 3 veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementosos	2500
S	1	1/4-1/2		1		1800 (12.5)
	1/2		1			750 (5)
N	1	1/2-1/4	1			350
O	1	1-1/4-2-1/2				

### Propiedades de la argamasa

Para aumentar la trabajabilidad, es decir las propiedades de plasticidad, se puede:

- usar arena bien graduada, de la cual aproximadamente un 10% pasa por un tamiz N°. 100
- usar cal altamente plástica, tipo S, y
- aumentar el contenido de aire, pero sin exceder el 12%.

Para aumentar la resistencia de la adherencia, es decir las propiedades de la argamasa una vez endurecida, se puede:

- mezclar la cantidad mínima de agua que ofrezca una buena trabajabilidad y permitir el reablandado,
- humedecer el ladrillo cuando sea necesario,
- usar argamasa tipo S,
- mantener el contenido de aire en la argamasa a un mínimo, y
- usar argamasa con alto contenido de cal.

### Pautas para manipulación de la argamasa en obra

- El agua debe estar limpia y en gran parte libre de ácidos, álcalis o materias orgánicas.
- Las bolsas de cemento Portland y de cal se deben almacenar sobre palés o tarimas y cubrirse con plástico.

- La arena se debe colocar sobre plástico y lonas y cubrirse con plástico.
- La medición de la arena se debe efectuar con medidas por volumen o peso, no por palas. Se pueden usar cajas o envases de pintura de cinco galones.
- El cemento, la cal, la arena y el agua se deben mezclar durante un mínimo de 3 minutos y no más de 5 minutos en una mezcladora mecánica, con una cantidad mínima de agua para producir una consistencia trabajable.

### Usos de la argamasa

Existe una variedad de argamasa, ladrillos, condiciones de exposición y usos en edificaciones. Los siguientes son muchos de los factores que influyen en cómo elegir la argamasa apropiada para las diversas condiciones. Las recomendaciones siguientes se basan en argamasa compuestas de cemento Portland y cal (PCL).

Las argamasa con alto contenido de cemento Portland son las más eficaces cuando el congelamiento/descongelamiento podría ser considerable. Las argamasa con alto contenido de cal tienen resistencias menores, pero alta resistencia a la penetración de humedad. El cuadro siguiente sugiere posibles elecciones de argamasa.

**Aplicación por tipo de argamasa**

Tipo de argamasa	Aplicación
S	Sistemas exteriores de pavimentación y enladrillado debajo del nivel del suelo
S	Enladrillado estructural, es decir, muros expuestos a alta presión del viento, portantes pesados o sísmicos
N	Enladrillado exterior, tales como de revestimiento, chimeneas y parapetos

Como regla general, use la argamasa más débil (ante la compresión) que cumpla con los requisitos de rendimiento del proyecto.

La velocidad de absorción inicial del ladrillo afecta el tipo de argamasa que se debe usar. Un ladrillo con un alto grado de succión (> 30g/min/30 pulg<sup>2</sup>) absorberá el agua de la argamasa muy rápidamente, lo cual podría resecar demasiado la argamasa como para que se hidrate debidamente y se adhiera al ladrillo. Humedecer el ladrillo antes de colocarlo o usar una argamasa con alta retención de agua, es decir, una argamasa con alto contenido de cal (tipo N) compensará por el ladrillo de alta succión. Para un ladrillo de bajo grado de succión (3 a 4 gramos), una argamasa con un contenido más alto de cemento (tipo S) podría ser más eficaz.

**Prueba de humectación del ladrillo**

La prueba siguiente es útil para determinar la necesidad de humedecer el ladrillo antes de usarlo:

Se traza un círculo de aproximadamente 25 mm (1 pulg.) sobre la superficie de la tabla del ladrillo usando un lápiz de cera y una moneda de veinticinco centavos como guía. Se colocan veinte gotas de agua en el círculo con un gotero. Si después de 90 segundos se ha absorbido toda el agua, se recomienda humedecer el ladrillo antes de colocarlo.

La temperatura del aire al momento de la colocación también afecta la elección de argamasa. Por ejemplo, en clima cálido, una argamasa con alto contenido de cal ayudará a retener la humedad en la argamasa por más tiempo. En clima frío, un contenido más bajo de cal, es decir, una argamasa tipo S con menor retención de agua, podría mejorar la resistencia de la adherencia. Además, un cemento Portland tipo III, que tiene una alta resistencia inicial, generará calor adicional de hidratación para permitir que la argamasa se hidrate lo suficiente como para adherirse al ladrillo.

Si hay alguna duda sobre qué argamasa usar, se deben realizar pruebas independientes para verificar la resistencia de la adherencia y la resistencia a la humedad del ladrillo.

Se necesitan considerar todas estas variables al elegir una argamasa. Además, la calidad de la ejecución es un factor crucial. Se deben celebrar reuniones previas a la construcción con el albañil para transmitirle la necesidad de una buena calidad de ejecución.

**Cementos de albañilería**

Las argamasas con cemento de albañilería se usan extensamente debido a su conveniencia y buena trabajabilidad en general. Sin embargo, ha habido considerable debate sobre la eficacia de las argamasas con cemento de albañilería en comparación con la eficacia de las argamasas con PCL respecto a la resistencia de la adherencia y la resistencia a la penetración de humedad.

Las siguientes son algunas de las preocupaciones:

- En primer lugar, los fabricantes de cementos de albañilería que son productos patentados no divulgan las fórmulas de sus productos. Distintos productores utilizan distintas cantidades y tipos de ingredientes, lo cual conduce a propiedades desiguales. En una bolsa de cemento de albañilería, solo aproximadamente la mitad de la bolsa es de cemento Portland, mientras que la otra mitad es caliza inerte molida (un agregado fino no cementoso) usado como relleno. Se agregan aditivos para brindar trabajabilidad, retención de agua y aeración.
- El segundo motivo es que las argamasas con cemento de albañilería tienen contenidos de aire de alrededor del 20%, lo cual hace que sean argamasas muy trabajables. Sin embargo, el alto contenido de aire significa que habrá menos material cementoso en contacto con el ladrillo, lo cual causa menos adhesión superficial y una reducción en la resistencia de la adherencia. Además, los vacíos creados por el aire permitirán que la humedad penetre más fácilmente a través de la argamasa.

- Un tercer motivo es que los cementos de albañilería contienen poca o ninguna cal hidratada, aunque algunos podrían contener una caliza inerte. Sin cal hidratada, no puede ocurrir la curación autógena para sellar los vacíos y las grietas causadas por una mala calidad de ejecución o grietas de contracción.

La cal también proporciona cierta resistencia adicional. Un comentario frecuente entre los albañiles es que prefieren las argamasas con cemento de albañilería a las argamasas PCL porque las argamasas PCL son demasiado duras para retirar del ladrillo, ya que la argamasa PCL se adhiere demasiado bien al ladrillo. Los cementos de albañilería han mostrado un rendimiento razonablemente bueno por muchos años, no obstante, se deben usar con precaución.

### **Cementos mortero**

Las argamasas con cementos mortero están cubiertas por ASTM C1329, "Especificación estándar para cementos mortero". Los cementos mortero son similares a los cementos de albañilería, pero tienen un límite respecto al contenido máximo de aire (14% para los tipos M y S, 16% para los tipos N y O) y una especificación respecto a la resistencia mínima a la tracción de la adherencia. Los cementos mortero se desarrollaron para superar algunos de los problemas con los cementos de albañilería.

### **Referencias**

1. Nota técnica 8, "Mortar for Brickwork", Brick Industry Association, enero de 2008.
2. Nota técnica 8B, "Mortar for Brickwork Selection and Quality Assurance", Brick Industry Association, octubre de 2006.