

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“ MORTEROS SECOS EN EL CAMPO DE LA
CONSTRUCCIÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

JAVIER ERNESTO MOGOLLÓN BABBAGE

**LIMA – PERÚ
2006**

RESUMEN

El presente informe está estructurado de una manera sencilla y práctica para iniciar el conocimiento acerca de los Morteros Secos y su uso en el campo de la construcción.

En el capítulo II – Desarrollo de los Conceptos y Técnicas, se da a conocer la definición de un mortero seco; su desarrollo histórico y técnico; tipos de morteros (clasificados según el método de fabricación y según su aplicación) y sus ventajas; asimismo se hace mención, en forma general, de las materias primas usadas para la producción de los morteros secos.

En el capítulo III – Desarrollo del Tema, se estudia la composición de los morteros secos, tratando de manera fundamental las materias primas empleadas para su fabricación, especialmente los aditivos que pueden ser utilizados, puesto que éstos dan las características y propiedades deseadas en un mortero seco según la aplicación final; la producción industrial de los morteros secos; algunos ensayos y pruebas que se realizan a los morteros (tanto en estado fresco como en estado endurecido); principales aplicaciones de los morteros secos, profundizando principalmente en el uso de morteros secos para asentamiento de ladrillos, para tarrajeo, pegamentos para mayólicas y fraguas (morteros para juntas); situación de los morteros secos en el Perú.

Para concluir el informe, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones finales (Capítulo IV); la Bibliografía empleada (Capítulo V). También se incluye un Apéndice (Capítulo VI), donde se mencionan algunas normas europeas existentes, específicamente para los morteros secos tratados con profundidad en el Capítulo III; un diccionario técnico de los morteros europeos, con definiciones de los diferentes tipos de morteros, sus características y prestaciones finales; y asimismo información de algunos morteros secos producidos industrialmente por fabricantes nacionales.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS	9
2.1.	¿Qué es un Mortero Seco?	9
2.2.	Historia y Desarrollo Técnico de los Morteros Secos	9
2.3.	Tipos de Morteros Secos. Ventajas	11
III.	DESARROLLO DEL TEMA	18
3.1.	Composición de los Morteros Secos	18
3.1.1.	Ligantes	19
3.1.1.1.	Ligantes Minerales	19
3.1.1.2.	Ligantes Orgánicos	22
3.1.2.	Agregados	25
3.1.3.	Aditivos	28
3.1.3.1.	Éteres de Celulosa	28
3.1.3.2.	Polvos Redispersables	33
3.1.3.3.	Agentes Incorporadores de Aire	33
3.1.3.4.	Agentes Retardantes	34
3.1.3.5.	Éteres de almidón	34
3.1.3.6.	Acelerantes	34
3.1.3.7.	Agentes hidrofóbicos o Hidrofugantes	35
3.1.3.8.	Superplastificantes	35
3.1.3.9.	Fibras	36
3.1.3.10.	Antiespumantes	36
3.1.3.11.	Pigmentos	36
3.2.	Producción Industrial de Morteros Secos	37
3.3.	Ensayos y Pruebas para Morteros	39

3.3.1.	Ensayos y Pruebas para un Mortero Fresco	40
3.3.1.1.	Consistencia	40
3.3.1.2.	Retención de agua	41
3.3.1.3.	Tiempo de fraguado	41
3.3.1.4.	Contenido de aire	41
3.3.1.5.	Análisis granulométrico	42
3.3.1.6.	Tiempo abierto	45
3.3.1.7.	Resistencia al deslizamiento	45
3.3.2.	Ensayos y Pruebas para un Mortero Endurecido	46
3.3.2.1.	Resistencia a la tracción por adherencia	46
3.3.2.2.	Resistencia mecánica	46
3.3.2.3.	Absorción de agua	46
3.4.	Principales Aplicaciones de los Morteros Secos	47
3.4.1.	Morteros para Asentamiento de Ladrillos	49
3.4.2.	Morteros para Tarrajeo	51
3.4.2.1.	Revocos de cemento y cal – cemento	52
3.4.2.2.	Enlucidos de yeso	52
3.4.3.	Pegamentos para Mayólicas	54
3.4.4.	Fraguas	58
3.5.	Situación de los Morteros Secos en el Perú	62
3.5.1.	Aspecto Económico	62
3.5.2.	Aspecto Técnico	69
3.5.3.	Aspecto Ambiental	70
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
V.	BIBLIOGRAFÍA	77
VI.	APÉNDICES	79
	APÉNDICE A – EUROPEAN NORMS ON DESIGNED MORTARS	79

APÉNDICE B – “DICCIONARIO TÉCNICO DE LOS MORTEROS EUROPEOS”	81
APÉNDICE C – FABRICANTES NACIONALES DE MORTEROS SECOS	98

I. INTRODUCCIÓN

Los morteros basados en ligantes minerales como la cal, cemento o yeso han sido usados por más de 8000 años en la construcción de edificaciones. Estos morteros han sido usados principalmente para la colocación de piedras y ladrillos (morteros de albañilería) y para recubrir paredes (morteros de revoco). Los aztecas utilizaron morteros mejorados: impermeables, coloreados y como recubrimiento protector. Estos morteros fueron principalmente puzolánicos y de resinas naturales. Hasta la década de 1950, los morteros minerales basados en cemento fueron exclusivamente preparados y aplicados por la llamada tecnología de mezclado in situ (en el sitio de trabajo). Mezclado in situ significa el transporte individual de cada una de las materias primas hacia el sitio de trabajo para que luego éstas sean mezcladas en la proporción adecuada. Así, el cemento, el ligante mineral más común, es mezclado con rellenos (arena) antes de adicionar el agua para crear un mortero húmedo para aplicación.

De manera similar en que el concreto mezclado in situ fue sustituido por concreto mezclado listo para usar (más favorable económica y ecológicamente), la tecnología de mezclado in situ para morteros de albañilería y revoco fue reemplazada por morteros secos o industriales (dosificados y mezclados en fábrica). Los morteros secos son producidos en plantas especialmente diseñadas para la mezcla de morteros secos, en donde el(los) ligante(s) mineral(es) y los agregados (arena) son mezclados juntos de una manera apropiada. Este proceso de fabricación también permite la adición de diferentes aditivos y mezclas para mejorar significativamente la performance técnica de los morteros secos. Basados en esta tecnología se pueden producir morteros secos individuales para aplicaciones específicas de acuerdo a formulaciones desarrolladas y ensayadas a nivel laboratorio.

Los morteros secos son despachados al sitio de construcción en bolsas o silos especiales y solamente necesitan ser mezclados con agua antes de ser usados. Junto con un equipo apropiado para un transporte eficiente, el mezclado con agua y aplicación con máquina del mortero húmedo, la tecnología de

morteros secos conduce a una drástica mejora en la productividad, en especial en la aplicación de grandes volúmenes de producto como morteros de albañilería y de revoco.

La posibilidad de adicionar aditivos o mezclas secas específicas en una proporción muy bien definida durante la producción de los morteros secos también conduce al desarrollo de morteros minerales de alta calidad con propiedades técnicas específicas y bien definidas. Estos morteros altamente especializados que correspondan a los requerimientos de la moderna industria de la construcción no pueden ser producidos con la tecnología de mezclado in situ (1).

Como en toda la industria de la construcción, en el Perú existe la demanda por el uso de morteros de albañilería, fijación de mayólicas, junto con los enlucidos internos y los revocos externos. Por esta razón, el informe se centrará principalmente en el desarrollo de los morteros secos en las siguientes aplicaciones: morteros para asentamiento de ladrillos, morteros para tarrajeo, pegamentos para mayólicas, y fraguas.

Sin embargo, no se puede dejar de mencionar que las aplicaciones y usos de los morteros secos no están limitados solamente a la albañilería. La industria de los morteros produce actualmente en Europa más de 100 clases de morteros, entre los que se puede mencionar los morteros de recrecido autonivelante (un mercado creciente), los morteros de restauración y también el **SATE** (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) como medida para ahorro de energía.¹ Estos morteros se presentan en diferentes formas y ofrecen propiedades y características químicas y mecánicas especialmente adaptadas a construcciones y obras de ingeniería civil de diversa índole.

Con objeto de facilitar los intercambios tecnológicos mediante el uso de un lenguaje común, la **EMO** (siglas en inglés para European Mortar Industry

¹ En el Apéndice B se incluye información general y definiciones de los tipos de algunos morteros usados en Europa.

Organization) ha elaborado el “Diccionario Técnico de los Morteros Europeos”, con las definiciones de los diferentes tipos de morteros, sus características de aplicación y sus prestaciones finales; este diccionario es un documento de referencia para los trabajos internacionales de normalización de los morteros diseñados y permite a fabricantes, técnicos expertos, institutos científicos, laboratorios y usuarios finales ampliar sus conocimientos del mundo de los morteros y su terminología específica. El diccionario está disponible en los siguientes idiomas: inglés, español, francés, alemán y portugués (2). En el Apéndice del presente informe se ha incluido este diccionario correspondiente solamente a los idiomas español e inglés, a manera de guía para mejor entendimiento de términos que pudieran ser útiles durante la revisión de literatura adicional al presente documento.

Las definiciones en el diccionario técnico hacen referencia a las correspondientes normas europeas (**EN**) o internacionales (**ISO**)

Como información adicional se incluye también en el Apéndice del presente documento un listado con las normas europeas existentes para las especificaciones y normas de ensayo para los morteros de albañilería, revoco y enlucido, adhesivos para mayólicas y morteros para juntas (fraguas), que servirá de referencia a los lectores que deseen profundizar en el tema para un mayor análisis.

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS

2.1. ¿Qué es un Mortero Seco?

En contraste con los morteros mezclados in situ, los modernos morteros secos son producidos industrialmente en fábricas mediante el mezclado conjunto de todos los ingredientes necesarios, tales como ligantes, agregados y aditivos químicos. De esta manera, pueden ser producidos distintos morteros secos con características propias bien definidas y que satisfacen los requerimientos de aplicaciones específicas. El uso de morteros secos pre-mezclados y pre-empacados no solamente incrementa significativamente la productividad y performance de producción en los sitios de construcción, sino que también garantiza un alto grado de seguridad en la aplicación y confiabilidad en evitar los errores de mezclado in situ. Los morteros secos pre-empacados producidos industrialmente en fábricas aseguran que los ligantes, agregados y aditivos de alta y constante calidad sean mezclados exactamente en la misma proporción, por lo tanto aseguran un consistente y alto nivel de calidad de los morteros secos (1).

2.2. Historia y Desarrollo Técnico de los Morteros Secos

Por miles de años la arquitectura y construcción de edificaciones ha estado estrechamente asociada con el uso de morteros minerales. Los enlucidos de cal han sido conocidos por más de 8000 años y los morteros de yeso fueron usados por los Babilonios hace unos 6000 años. El fraguado de morteros basados en cemento de puzolana (ceniza volcánica en polvo)¹¹ ha sido probablemente conocida por más de 3000 años y fue usada en grandes cantidades por los antiguos Fenicios, Griegos y Romanos.

En la antigüedad y la edad media, aditivos y mezclas como jabones, resinas, proteínas y ceniza fueron ya mezcladas en el sitio de trabajo con los

¹¹ Estas cenizas fueron encontradas en un lugar llamado *Puteoli* conocido hoy como *Pizzuoli*, de aquí que a este cemento reciba el nombre de “cemento de puzolana”.

ligantes minerales y los agregados para mejorar la performance técnica de los morteros resultantes.

Aunque la primera patente sobre manufactura y aplicación de morteros secos fue publicada en Europa en 1983, los morteros fueron aplicados hasta la década de 1950 exclusivamente como morteros mezclados in situ. Para estos morteros, los ligantes minerales (principalmente cemento) y los agregados (principalmente arena cuarzosa) eran transportados en forma separada hasta el sitio de trabajo y luego eran mezclados a mano en la proporción adecuada. Después de mezclarlo con agua, el mortero húmedo estaba listo para ser aplicado.

Durante la década de 1950 y 1960 hubo un rápido crecimiento de la demanda de nuevos materiales y tecnologías de construcción por parte de la industria de la construcción, tanto en Europa Occidental y Estados Unidos, pero especialmente en Alemania. Las razones de esta demanda incluían la escasez de obreros expertos, la necesidad de reducir los tiempos de construcción junto con los costos, los crecientes costos laborales, la diversificación de materiales de construcción apropiados para aplicaciones específicas, nuevos materiales y una creciente demanda por mejor calidad en la construcción.

La tecnología de mezclado in situ no fue y no es capaz de satisfacer adecuadamente todos estos requerimientos. Como una consecuencia práctica, el desarrollo de la moderna industria de la construcción en los países del mundo occidental desde la década de 1960 hasta la fecha se ha visto influenciada principalmente por tres importantes tendencias (las cuales se pueden apreciar hoy a nivel mundial):

Reemplazo de morteros mezclados in situ por morteros secos pre-mezclados y pre-empacados.

Mecanización de la aplicación de morteros, incluyendo los sistemas de transporte a granel (por ejemplo: silos), sistemas mecánicos para el mezclado automático de los morteros secos con agua y aplicación con máquina (rociado / atomizado) del mortero húmedo.

- Modificación de los morteros con ligantes poliméricos (polvos redispersables) y aditivos especiales (por ejemplo: éteres de celulosa) y mezclas, para mejorar la calidad del producto y para satisfacer los requerimientos de la moderna industria de la construcción.

La introducción de la tecnología de morteros secos, el uso de transporte en silo y la aplicación con máquina de los morteros hizo posible que desde 1960 a 1995 el volumen de morteros de revoco y enlucido en Alemania se incrementara en 600%, mientras que el número de empleados en el sector decreció en 25%, lo que significó un incremento de productividad en 800% (1).

2.3. Tipos de Morteros Secos. Ventajas

Los morteros secos pueden ser clasificados según su aplicación (1). Las principales aplicaciones de los morteros secos pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- 1) Productos de alto volumen (aproximadamente 70% del volumen total de la producción de morteros secos)
 - Morteros de albañilería
 - Morteros de revoco (base cemento y base yeso)
 - Morteros para colocación de ladrillos
 - Adhesivos para colocación de ladrillos
 - Morteros de recredido (base cemento y base yeso)
 - Concreto seco
 - Enlucidos minerales
- 2) Productos especializados (aproximadamente 30% del volumen total de la producción de morteros secos)
 - Adhesivos para mayólicas
 - Adhesivos de construcción
 - Morteros para juntas
 - Enlucidos minerales decorativos

- Pinturas en polvo
- Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE)
- Morteros autonivelantes
- Morteros de reparación

Según el método de fabricación, los morteros secos también pueden ser clasificados en (3):

- Morteros hechos “in situ”.
- Morteros industriales semiterminados (morteros predosificados y morteros premezclados de cal y arena), conocidos también por el nombre de morteros de dos componentes.
- Morteros industriales (húmedos o secos).

En la tecnología de mezclado in situ, para cada aplicación en construcción, una proporción específica de cemento y rellenos es mezclada apropiadamente antes de agregar el agua para luego aplicar el mortero húmedo. La calidad de dichos morteros depende de la calidad de las materias primas, de la correcta proporción de mezcla, de la homogeneidad de la mezcla y de la consistencia del mortero fresco. Bajo estas condiciones, la calidad de los morteros producidos por la tecnología de mezclado in situ no puede ser garantizada. Las principales desventajas de estos morteros mezclados in situ es que todo el proceso no puede ser automatizado y el productor y aplicador de los morteros mezclados in situ no puede dar una garantía a los clientes y usuarios finales debido al alto riesgo de no uniformidad en la calidad de los morteros preparados. Además, los aditivos no pueden ser adicionados o solamente pueden ser adicionados con altos riesgos de mala dosificación y errores de mezcla, obteniéndose mezclas no homogéneas. Las posibilidades de obtener productos individuales y especializados con la tecnología de mezclado in situ es muy limitada. Por último y no menos importante, es el hecho que el manejo y logística de los morteros mezclados in situ son más complicados y las aplicaciones son muy limitadas (1).

Las dos formas distintas de producir morteros frescos y húmedos listos para aplicación, tanto los morteros mezclados in situ (proceso A) o los morteros secos producidos industrialmente en fábricas (proceso B, C y D), tienen mayores consecuencias en el manejo y productividad, tal como se ilustra en la Figura 1 y se ejemplifica en la Tabla 1, para una aplicación de revoco.

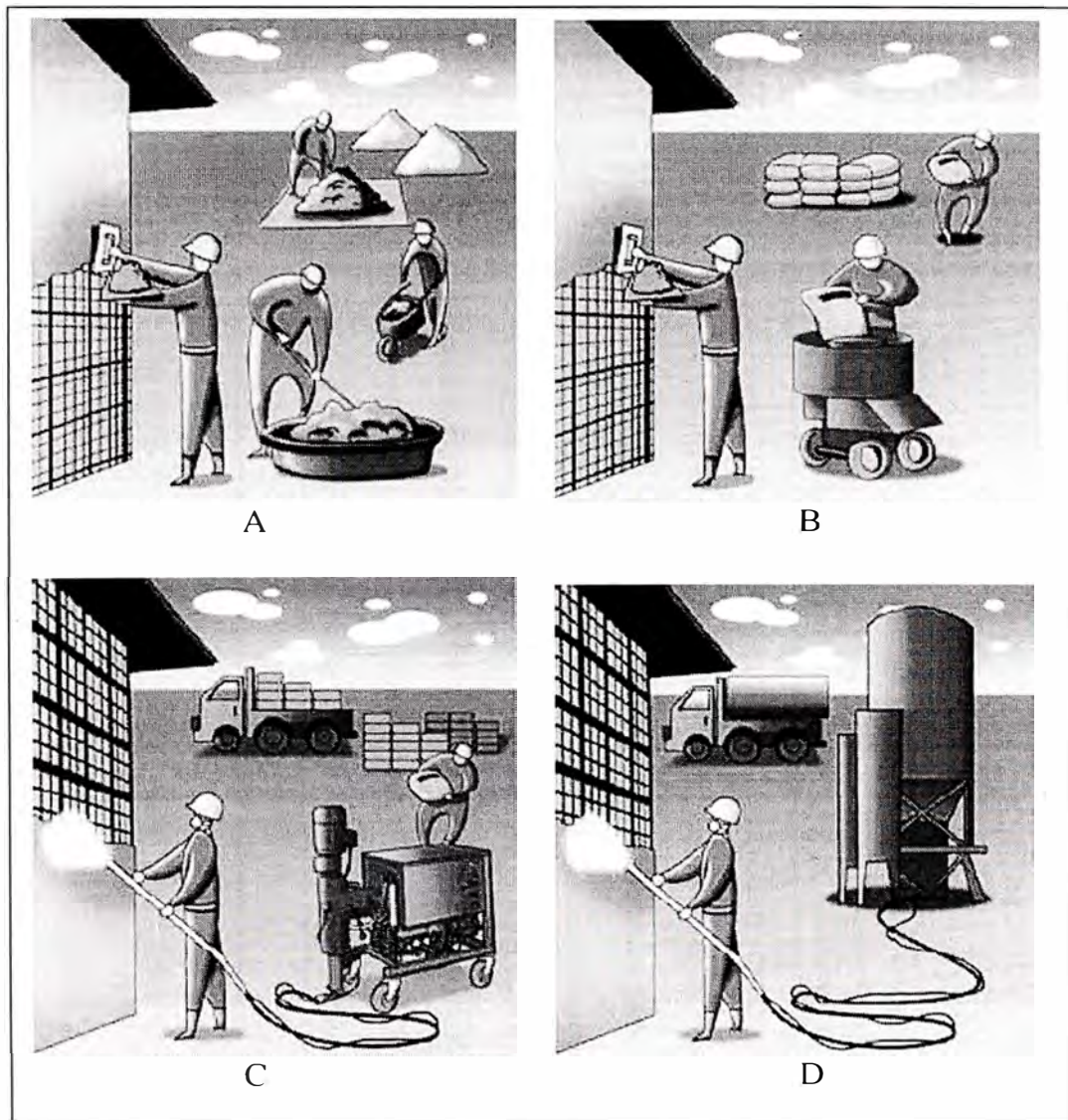


Figura 1. Comparación de la producción, transporte y aplicación de morteros mezclados in situ y morteros secos.

Tabla 1. Comparación de la producción, transporte y aplicación de morteros mezclados in situ y morteros secos.

Proceso *	A	B	C	D
Transporte separado de arena y cemento al sitio de construcción	+			
Mezclado manual del ligante mineral y de los agregados en el sitio de construcción	+			
Transporte de los morteros secos pre-empacados en sacos al sitio de construcción		+	+	
Transporte de los morteros secos pre-empacados en silos al sitio de construcción				+
Mezclado manual del mortero con agua	+	+		
Aplicación manual del mortero húmedo	+	+		
Mezclado a máquina del mortero seco con agua y aplicación con máquina (rociado)			+	+
Productividad (m ² por hombre / turno) para una aplicación de revoco	10	25	40	50-60

* A: método completamente manual (tecnología de mezclado in situ); B, C, D: morteros secos producidos industrialmente en fábricas con diferentes métodos de transporte y aplicación.

La aplicación de altos volúmenes de morteros secos fue fuertemente promovida por el desarrollo de contenedores para transporte a granel (sistema de silos) y por sistemas mecánicos para el mezclado de los morteros secos con agua y bombeo para la aplicación mecánica por rociado. Comparado con el mezclado manual de agua con el mortero seco despachado en sacos al sitio de construcción (proceso B), el uso de equipos para el mezclado automático con agua y bombeo para aplicación mecánica de los morteros conduce a una adicional mejora en la productividad (proceso D).

El manejo de morteros secos en sacos puede ser eliminado para aplicaciones con altos consumos mediante el llenado de los morteros producidos industrialmente en fábricas en contenedores de 1 – 20 m³, para ser transportados al sitio de construcción. Con sistemas apropiados de transporte, el mortero seco es transferido directamente a la unidad de mezclado y bombeo, donde es automáticamente mezclado con agua y bombeado para la aplicación por rociado.

Combinando el transporte de los morteros secos en silos o contenedores con el mezclado automatizado con agua, bombeo y aplicación mecánica del mortero, se obtiene un incremento adicional en la productividad (proceso D). En adición a la mejora de productividad, el mezclado automatizado con agua y aplicación por rociado de los morteros asegura una consistencia en el manejo y aplicación de estos productos. Posibles errores en la dosificación de agua (por defecto o exceso) o composición incorrecta de los morteros son eliminados, lo cual es especialmente importante si trabajadores con menos experiencia se encuentran trabajando en el sitio de construcción.

En Europa Occidental las consecuencias de este desarrollo fueron fenomenales. Desde la década de 1960, un gran número de fábricas para la producción industrial de morteros secos han sido establecidas con millones de toneladas de capacidad. Por ejemplo, en Alemania, en la actualidad existen aproximadamente 100 fábricas^{III} que producen morteros secos industrialmente,

^{III} Fabricantes alemanes de morteros secos: GRABO-MIX Baustoffwerk GmbH, HASIT Trockenmörtel GmbH, quick-mix Gruppe GmbH & Co. KG, Saint-Gobain Weber GmbH, entre otros.
Fuente: Industrieverband WerkMörtel e.V. (<http://www.ivmcev.de/content/direktemitgliedcr.html>)

produciendo alrededor de 10×10^6 toneladas de morteros secos por año. Hubo un tremendo auge en la tecnología de morteros secos luego de la reunificación de Alemania después de 1990, que ahora continúa en los países de Europa Oriental. La tasa de crecimiento promedio para las aplicaciones de morteros secos en Europa es de aproximadamente 12% por año, basada en una producción de $35 - 40 \times 10^6$ toneladas de morteros secos en el 2000 (1).

Las materias primas usadas para la producción de morteros secos pre-empacados pueden ser clasificadas de la siguiente manera (1):

1) Ligantes minerales

- a) Cemento Portland (**OPC**, en inglés Ordinary Portland Cement)
- b) Cemento de Alta Alúmina (**HAC**, en inglés High Alumina Cement)
- c) Cementos especiales
- d) Cal hidratada
- e) Yeso
- f) Anhidrita

2) Ligantes poliméricos (polvo redispersable)

3) Agregados, rellenos

- a) Arenas silíceas
- b) Arenas calcáreas
- c) Arenas dolomitas
- d) Arenas marmóreas
- e) Rellenos ligeros
- f) Rellenos especiales y funcionales

4) Aditivos

- a) Éteres de celulosa
- b) Pigmentos
- c) Agentes antiespumantes
- d) Agentes incorporadores de aire
- e) Agentes retardantes
- f) Acelerantes
- g) Agentes espesantes
- h) Agentes hidrofóbicos
- i) Agentes plastificantes
- j) Superplastificantes

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Composición de los Morteros Secos

Los morteros secos modernos están compuestos por muchos más componentes que aquellos que fueron mezclados directamente por la tecnología de mezclado in situ en el pasado. Hoy en día, los que tienen las formulaciones más simples son los morteros de revoco, morteros para la colocación de ladrillos y adhesivos para mayólicas de baja calidad, mientras que morteros secos altamente sofisticados y de alta performance como los morteros autonivelantes y enlucidos decorativos pueden contener hasta 20 ingredientes. Cuando se habla de agregados, se hace referencia a todos los ingredientes minerales que no tienen función ligante, aunque sean agregados en pequeñas cantidades como ingredientes minerales con funciones específicas, como por ejemplo fibras funcionales o pigmentos. Otros ingredientes con adición en pequeñas dosis (polvos redispersables) son tratados como ligantes orgánicos, aunque son también descritos o considerados como aditivos. El efecto de usar polvos redispersables, especialmente en los adhesivos para mayólicas, muestra claramente que éstos tienen una función ligante. Por otro lado, la metil celulosa, un aditivo multipropósito, es considerado como un aditivo, aunque también tiene cierto efecto ligante, sin embargo este efecto ligante no es su rol principal dentro de las formulaciones (1).

El agua utilizada, tanto en el amasado como durante el fraguado o curado en obra, debe ser de naturaleza inocua; no contendrá ningún agente en cantidades que alteren las propiedades del mortero, tales como sulfatos, cloruros, etc. De lo contrario, pueden derivarse por ejemplo, eflorescencias si el contenido en sales solubles es elevado; o la corrosión de los aceros, en el caso de morteros armados.

En general, se pueden emplear todas aquellas aguas cuya experiencia práctica se haya contrastado favorablemente. En otros casos es necesario proceder a su análisis (3).

Los morteros secos generalmente están compuestos por lo menos de tres componentes: un ligante (o conglomerante), un agregado y aditivos.

3.1.1. Ligantes

Los ligantes pegan los agregados y otras partículas y proporcionan la adhesión al sustrato. Debido a su acción física o reacción química, los ligantes juegan un papel importante en la resistencia final del mortero. Los ligantes pueden ser clasificados como hidráulicos y no hidráulicos.

La reacción de fraguado de los ligantes como el cemento y la cal hidratada ocurre por reacción química. El cemento reacciona en contacto con el agua durante el mezclado, mientras que la cal hidratada (sin porciones hidráulicas) fragua por reacción con el dióxido de carbono de la atmósfera. El yeso y los ligantes orgánicos fraguan físicamente: el yeso por recristalización con agua y los ligantes orgánicos mediante la formación de películas homogéneas de polímeros (1).

3.1.1.1. Ligantes Minerales

Cemento. En los morteros secos es usado principalmente el Cemento Portland Ordinario (**OPC**)^{IV}. La reacción de hidratación conduce principalmente a la formación de hidratos de silicato de calcio, que retienen su resistencia y estabilidad inclusive debajo del agua (ligante hidráulico). Los morteros secos que son a la vez morteros y acabados decorativos, tales como enlucidos decorativos o morteros para juntas, contienen mayormente Cemento Portland blanco. El Cemento de Alta Alúmina de rápido fraguado consiste principalmente de aluminatos de calcio y es usado para morteros secos donde se requiere propiedades de fraguado rápido o estabilidad a altas temperaturas (1).

El Cemento Portland es el más usado debido a:

a) su carácter tixotrópico, puesto que cuando se mezcla un ligante hidráulico (**OPC**) con una cantidad conveniente de agua, para obtener una consistencia normal, se forma inmediatamente una masa de carácter plástico, que es moldeable, pero con el tiempo va aumentando su viscosidad y su

^{IV} Mientras que la calidad de un **OPC** como el **CEM I 32.5 R** es suficiente para morteros para asentamiento de ladrillos, morteros de albañilería, revocos y muchos enlucidos, en el caso de pegamentos para mayólicas se requieren **OPC** de mayor calidad, tales como el **CEM I 42.5 R** o el **CEM I 52.5 R**.

temperatura. Durante unos 15 minutos, es posible conseguir una mayor fluidez mediante amasado mecánico.

b) su tiempo de fraguado inicial (tiempo que transcurre entre el contacto con el agua y el inicio de fraguado). Al cabo de un tiempo, que puede oscilar entre los 15 y los 120 minutos aproximadamente (dependiendo del tipo de componentes empleados), la masa tiende a volverse rígida, dando lugar al inicio de fraguado. Cuando se inicia el fraguado, el mortero debe estar colocado en obra, toda operación de reamasado, vertido, etc., es perjudicial para el correcto desarrollo de las propiedades del mortero.

c) su período de fraguado (tiempo que transcurre entre el inicio de fraguado y el final de fraguado). Desde el inicio del fraguado la resistencia mecánica de la masa aumenta, debido a la formación de fases cristalinas insolubles, deshidratando parcialmente la masa, hasta llegar a ser completamente indeformable. Este instante se conoce como el final de fraguado, que puede durar entre 45 minutos y 10 horas, según los casos.

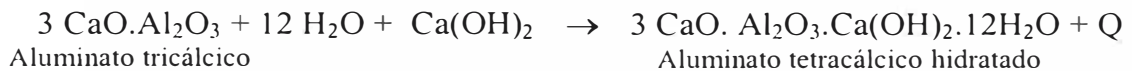
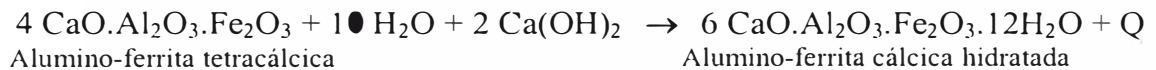
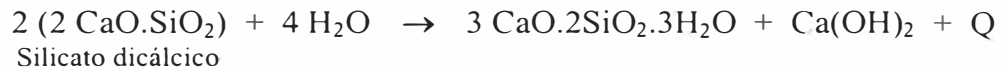
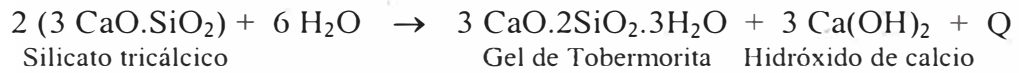
A partir del final del fraguado, se produce el período de endurecimiento (4 horas en adelante), fase donde existe un crecimiento exponencial de la resistencia mecánica de la masa, debido a consolidación final mediante formación de fases cristalinas que rellenan los huecos y a la evaporación del agua sobrante. A los 28 días, en condiciones normalizadas, se obtiene una resistencia a la compresión que define el tipo de mortero. En la resistencia final es fundamental la incidencia de las condiciones ambientales y de aplicación, en especial el curado o fraguado (3).

La composición típica del Cemento Portland (4) es:

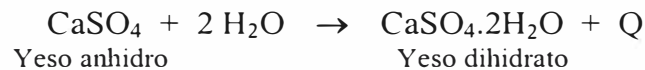
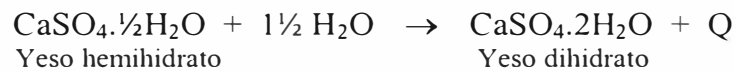
Nombre	Fórmula	Contenido, %
Silicato tricálcico (C ₃ S)	3 CaO.SiO ₂	40 – 55
Silicato dicálcico (C ₂ S)	2 CaO.SiO ₂	14 – 31
Alumino-ferrita tetracálcica (C ₄ AF)	4 CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	5 – 12
Aluminato tricálcico (C ₃ A)	3 CaO.Al ₂ O ₃	10 – 15

y en proporciones menores: CaO, MgO, Na₂O y K₂O.

Las principales reacciones de hidratación del Cemento Portland son:



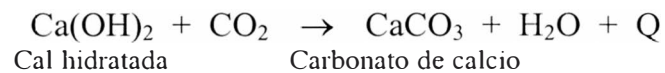
Yeso. Tanto el sulfato de calcio hemihidratado como el anhidro fraguan con agua formando sulfato de calcio dihidratado.



El sulfato de calcio hemihidratado existe en dos formas cristalinas (dependiendo del proceso de producción): la forma α con cristales grandes, gran resistencia a la tensión y compresión y menor demanda de agua; la forma β amorfa, con alta porosidad y baja resistencia a la tensión y compresión y con una demanda de agua mayor hasta en 3 veces.

El sulfato de calcio anhidro existe en 2 fases relevantes de aplicación: la fase anhidro II, la cual es importante en los recredidos base anhidro, y la fase anhidro III, la cual es parte del yeso multifase usado en enlucidos. Los enlucidos de yeso contienen tanto hemihidratado β como los anhidros II y III. Los rellenos de junta base yeso contiene hemihidratado β (1).

Cal Hidratada. La cal hidratada (cal aérea) fragua por reacción con dióxido de carbono atmosférico para formar carbonato de calcio, y por lo tanto no es un ligante hidráulico. Las propiedades hidráulicas en algunas calces hidratadas resultan de impurezas o materiales adicionados con propiedades puzolánicas. Por siglos la cal hidratada fue de lejos el ligante más importante utilizado en los morteros. Hoy en día es sustituida largamente por ligantes hidráulicos, que fraguan más rápido, pero aún sigue siendo utilizada principalmente por sus propiedades plásticas. La trabajabilidad de muchos morteros es mejorada mediante la adición de 5- 30 % en peso de cal hidratada al cemento (1).



3.1.1.2. Ligantes Orgánicos

Es muy conocida la mejora de las características de los morteros cementicios con el empleo de materiales orgánicos. En la antigüedad, por ejemplo, se utilizaron proteínas en la forma de leche líquida o inclusive sangre. En muchas aplicaciones modernas, los morteros que no han sido modificados con ligantes orgánicos poliméricos no pueden satisfacer los actuales requerimientos técnicos. Inclusive, los morteros cementicios que contienen éteres de celulosa como aditivo para mejorar su capacidad de retención de agua y características de trabajabilidad no se adhieren o se adhieren pobremente a muchos de los materiales utilizados en la moderna industria de la construcción (por ejemplo: poliestireno, fibra de cemento y panel de madera; sustratos no absorbentes como mayólicas viejas y mayólicas completamente vitrificadas). Además, los morteros cementicios son materiales muy duros, quebradizos e inflexibles, pero por el contrario para muchas aplicaciones es necesario el empleo de morteros cementicios flexibles y deformables. Por lo tanto, para muchas aplicaciones en la moderna industria de la construcción, la modificación de los morteros cementicios con polímeros es una necesidad. En un sistema de

dos ligantes, el ligante mineral (cemento) y el ligante polimérico (en la forma de polvo redispersable) se complementan idealmente. Su combinación resulta en la sinergia de sobresalientes propiedades y características de los morteros secos que no puede ser igualada con el uso de cualquiera de estos dos ligantes por separado.

A comienzos de 1930, se adicionaban dispersiones líquidas en base agua antes o durante el mezclado con agua. Los morteros que eran modificados en esta forma eran conocidos como sistemas de 2 componentes (ligante mineral en polvo + ligante polimérico en líquido). Sin embargo, en la práctica ocurren muchas fallas con el uso del sistema de dos componentes en el sitio de construcción. La principal dificultad es la dosificación de la dispersión polimérica en su forma líquida.

Los errores de dosificación pueden ocurrir de manera no intencional debido a insuficiente conocimiento, experiencia y entrenamiento de los trabajadores para la dosificación apropiada para una aplicación específica con requerimientos precisos, o de manera intencional para ahorrar en costos de corto plazo. Una dosificación incorrecta de la dispersión polimérica líquida cambiará significativamente las características y performance técnica del mortero, y esto podría conducir a daños severos en varios materiales de construcción, por ejemplo, a través de insuficiente resistencia, flexibilidad o durabilidad de las uniones de adhesión. Otras razones que se argumentan en contra de los sistemas de 2 componentes, aparte de la dificultad y riesgo en el manejo, son los adicionales gastos y dificultades logísticas (por ejemplo, la necesidad de envases adicionales y su posterior disposición, almacenaje y transporte de dispersiones líquidas que pueden deteriorarse por ataque microbiológico, y el mayor tiempo consumido en el sitio de trabajo con el sistema de dos componentes).

La invención de los polvos redispersables por Wacker Chemie en 1953 hizo posible la producción del primer mortero modificado con polímero, conocido hoy en día como sistemas de 1 componente. Los polvos redispersables son agentes ligantes poliméricos producidos por el rociado / secado de dispersiones especiales base agua, principalmente basadas en copolímeros de

vinil acetato y etileno. Éstos son a menudo referidos como polvos redispersables debido a que después de mezclarlos o redispersarlos en agua, este ligante polimérico en polvo puede retornar a la dispersión base agua original con todas sus características típicas y funciones como ligante polimérico. La película polimérica que actúa como ligante es formada luego de la evaporación parcial de agua por la coalescencia de las partículas individuales del polímero. Esta película polimérica actúa como ligante orgánico, pegando las partículas de relleno, reforzando la estructura del mortero y proveyendo una excelente adhesión en la interfase mortero – sustrato. En la Figura 2 se muestra una película polimérica en un mortero base cemento.

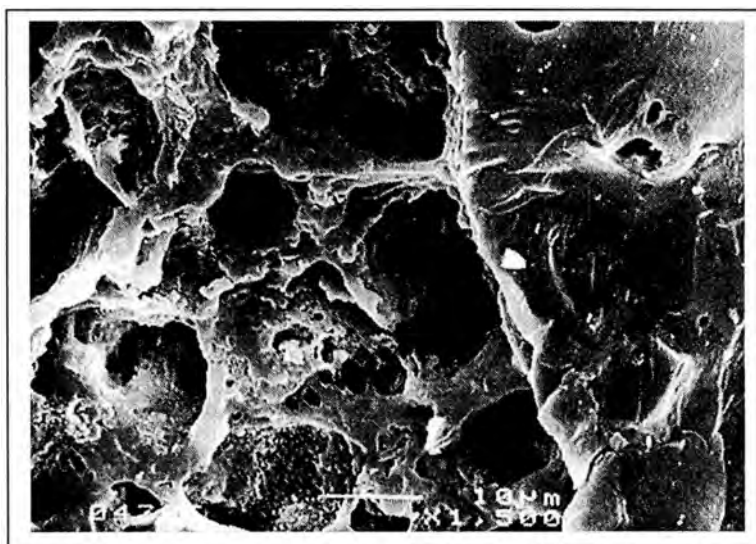


Figura 2. Micrografía (x 1500; Wacker Polymer Systems) de la interfase entre un adhesivo para mayólica modificado con polímero (izquierda) en una mayólica de porcelana (derecha).

El uso de morteros secos producidos industrialmente en fábricas con proporciones precisamente estipuladas de cemento, agregados, aditivos y polvos redispersables (como ligante orgánico), significa tener un producto de alta calidad con un alto grado de seguridad en la aplicación, ya que se evitan los posibles errores de dosificación y mezclado in situ.

La modificación de los morteros secos con polvos poliméricos redispersables mejoran (dependiendo de la dosificación) la resistencia de las

uniones de adhesión en todo tipo de sustratos, la flexibilidad y deformabilidad de los morteros, la resistencia a la flexión, la resistencia a la abrasión, la tenacidad, la cohesión y la densidad (impermeabilidad) de los morteros, así como también las características de retención de agua y trabajabilidad. En adición, polvos redispersables especiales con efecto hidrofóbico pueden dar como resultado un fuerte efecto repelencia al agua en los morteros (1).

3.1.2. Agregados

La mayoría de los agregados son fracciones de tamaño normal de cuarzo, caliza o dolomita. Para ajustar la distribución del tamaño de partícula normalmente se necesitan agregados de fracciones granulométricas diferentes. Adicionalmente, fracciones decorativas de granulometrías especiales como calcita, mármol, caliza jurásica o mica, son usadas principalmente en enlucidos decorativos. Para reducir la densidad del mortero seco e incrementar el efecto aislante se agregan rellenos ligeros como perlita, vermiculita, espuma de vidrio, arcilla expandida y piedra pómez. Debido a su baja densidad (típicamente valores entre 80 y 500 kg/m³), solamente un poco porcentaje en peso es adicionado a la mezcla. Los morteros secos para enlucidos decorativos o morteros para juntas son a menudo coloreados con pigmentos (1).

Los agregados (arenas) que forman parte de morteros son materiales granulares inorgánicos de tamaño variable. Su naturaleza se define como inerte ya que de por sí solos no deben actuar químicamente frente a los componentes del cemento o frente a agentes externos (aire, agua, hielo, etc.). Sin embargo, sí influyen de forma determinante en las propiedades físicas del mortero, al unirse a un ligante o conglomerante. En general, no son aceptables agregados que contengan sulfuros oxidables, silicatos inestables o componentes de hierro igualmente inestables (3).

Existen un conjunto de propiedades químicas de los agregados que deben ser controladas en la fabricación del mortero. El contenido en cloruros, sulfatos o posibles reacciones álcali-arena pueden degradar la calidad final del material.

Aunque las arenas no toman parte activa en el fraguado y endurecimiento del mortero, desempeñan un papel técnico muy importante en las características de este material, porque conforman la mayor parte del volumen total del mortero. Por ello, podríamos decir que la arena es la esencia del mortero. De ahí la importancia de conocer algunas de sus características tanto físicas como químicas:

a) Granulometría de una arena

La composición de los distintos tamaños de las partículas que integran un agregado se denomina *granulometría*.

b) Curva granulométrica (Figura 3)

Una vez realizado el tamizado de la muestra, los resultados obtenidos se representan en un gráfico donde en el eje vertical se colocan los porcentajes que pasan acumulados por cada tamiz y en el eje horizontal la abertura de los mismos. Con la representación gráfica de una arena se puede identificar rápidamente si ésta tiene exceso de fracciones gruesas o finas o la presencia de discontinuidades en la distribución por tamaños (3).

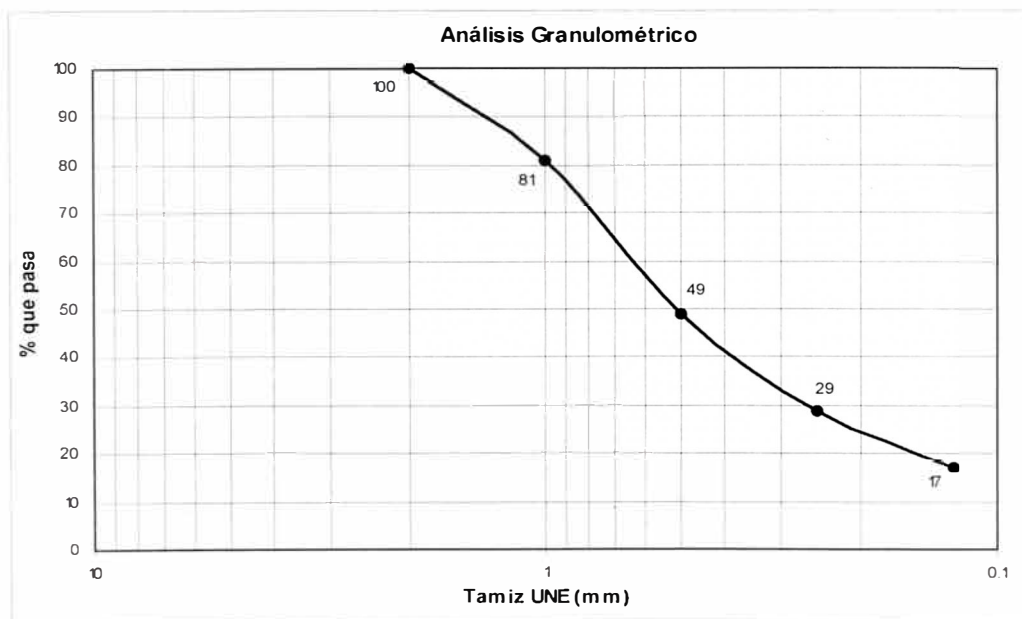


Figura 3. Ejemplo de curva granulométrica.

c) Módulo granulométrico

Consiste en la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la serie **UNE** dividida por 100. El módulo granulométrico recibe también el nombre de **módulo de finura**.

Este módulo nos da idea del tamaño medio del agregado empleado en un mortero. Pueden existir infinidad de agregados con el mismo módulo granulométrico, que tengan granulometrías totalmente diferentes. No obstante, resulta adecuado conocer su valor debido a que todas las mezclas de agregados que poseen el mismo módulo precisan de la misma cantidad de agua para producir morteros de la misma trabajabilidad y resistencia. Esto es así siempre que empleen idéntica cantidad de cemento y de los restantes componentes del mortero, ya que, variaciones en el módulo de los agregados indican que ha habido alteraciones en los de una misma procedencia (3).

d) Finos

Se entiende por finos la fracción granulométrica de una arena que pasa por el tamiz 0,063 mm. Pese a que los finos incorporan plasticidad al mortero, es conveniente controlar su contenido en el mismo, ya que un exceso de éstos puede provocar un aumento de la relación agua / cemento, con la consiguiente disminución de la resistencia mecánica de dicho mortero. Por otra parte, el exceso de finos puede favorecer a la aparición de fisuras por retracciones en el mortero.

e) Humedad

Debe controlarse el grado de humedad de los agregados que van a emplearse en la fabricación del mortero, dado que el contenido de humedad existente en estos componentes puede alterar la relación agua / cemento prevista (3).

3.1.3. Aditivos

Los aditivos son de origen orgánico e inorgánico, a menudo de naturaleza polimérica; éstos pueden mejorar el mezclado del mortero seco con el agua, igualmente las propiedades del mortero húmedo tales como el comportamiento reológico o la trabajabilidad, así como las propiedades del mortero fraguado, incluyendo el comportamiento del fraguado. Sin el uso de aditivos, los morteros secos modernos no existirían y muchas de las propiedades técnicas no podrían ser logradas. En relación a los ingredientes minerales, el contenido de aditivos típicamente está en valores entre 0,1 y 10% en peso (1).

Para que la función de todos estos aditivos sea realmente eficaz y para evitar efectos no deseados, es imprescindible asegurar cuantitativa y cualitativamente una adecuada mezcla de todos los componentes. Debido al proceso industrial propio de la fabricación del *mortero seco*, este producto garantiza al máximo la correcta dosificación de aditivos, así como su dispersión y homogeneización en la masa del mortero debido a su amasado en seco (3).

A continuación se describen las características de los principales aditivos.

3.1.3.1. Éteres de Celulosa (1)

Los éteres de celulosa son utilizados en los morteros secos como agentes espesantes y agentes retenedores de agua, atenuando también la tendencia a la exudación en los casos de granulometrías incorrectas o carencia de finos. Los éteres de celulosa son de una gran importancia como aditivos, a pesar de que la proporción de adición es muy baja (normalmente entre 0,02 – 0,7%). Entre todos los aditivos, los éteres de celulosa junto con los polvos redispersables son los causantes del más amplio rango de efectos sobre los morteros secos. Los éteres de celulosa principalmente usados en los morteros secos son: metil hidroxietil celulosa (**MHEC**) y metil hidroxipropil celulosa (**MHPC**). Juntas, ellas tienen una participación de mercado en los morteros secos de por lo menos 90%. Coloquialmente son todavía llamadas “metil celulosas”, a pesar de que hoy en día la metil celulosa pura tiene una muy pequeña participación de

mercado. Otros éteres de celulosa de relevancia técnica pero con pequeña participación en el mercado de morteros secos son: etil hidroxietil celulosa (**EHEC**) y la hidroxietil celulosa (**HEC**). Como la carboximetil celulosa (sodio) no es estable ante la presencia de iones de calcio, es usada en pocas aplicaciones como espesante.

Algunas propiedades de las metil celulosas son:

a) Formación de soluciones y mezclas de morteros húmedos; aumento de viscosidad.

Las metil celulosas son solubles en agua en un amplio rango de temperatura. Las metil celulosas más apropiadas para mezclas en seco son polvos que tienen entre el 20 – 60% en peso de las partículas de un tamaño menor de 63 μ m. La mezcla seca, en donde las partículas de metil celulosa son dispersadas entre las partículas del ligante y del agregado, evita la formación de grumos, lo que ocurre solamente si los polvos son vertidos directamente en el agua. Las metil celulosas gruesas, normalmente clasificadas como materiales granulares, son fáciles de disolver en agua sin formación de grumos, pero su lenta disolución los hacen desfavorables para las mezclas de morteros secos. Para morteros secos con un pH neutro debe considerarse que no solamente la granulometría es el único parámetro decisivo del comportamiento en solución de una metil celulosa. Algunos grados de metil celulosa están recubiertos con un agente químico de entrecruzamiento (“solubilidad retardada”), que causa que las partículas se disuelvan rápidamente solamente bajo condiciones alcalinas (por ejemplo, provenientes del cemento o la cal hidratada). La alcalinidad conduce a una inmediata ruptura del entrecruzamiento así como también a una rápida disolución de la metil celulosa en el mortero. Originalmente los grados de metil celulosa con solubilidad retardada no fueron desarrollados para morteros secos, sin embargo, ellos se han extendido eventualmente al mercado de los morteros secos.

En solución pura y en morteros húmedos, la metil celulosa desarrolla cierta viscosidad. Las diferencias entre bajas y altas viscosidades pueden apreciarse fácilmente en soluciones acuosas al 2% ; muchas de las metil celulosas son especificadas por su viscosidad medida a esta concentración. Las viscosidades de estas soluciones varían desde acuosas (viscosidad de hasta unos pocos cientos milipascales) hasta gelatinosas (viscosidad de varios miles milipascales). Los diferentes productores de metil celulosas utilizan diferentes métodos y aparatos para especificar la viscosidad de sus metil celulosas: los métodos de Haake Rotovisko, Höppler, Ubbelohde y Brookfield, son los principalmente usados. Los resultados de la medida de la viscosidad de una misma muestra con dos métodos distintos pueden diferir por varios cientos porcentuales, y esto debe ser tomado en cuenta cuando se compara la viscosidad de metil celulosas de diferentes productores.

b) Pegajosidad y trabajabilidad

La pegajosidad es una expresión usada mayormente en el nivelado de enlucidos y revocos. Acá la pegajosidad significa la sensación de adhesión que el trabajador experimenta entre la herramienta nivelante y la pared. Una alta pegajosidad requiere mayor fuerza durante el nivelado y resulta en una menor trabajabilidad. Ambas propiedades pueden ser influenciadas por la metil celulosa.

c) Retención de agua

El valor de la retención de agua de un enlucido mineral es el porcentaje de agua que permanece en el enlucido después de la desirrigación capilar por un sustrato absorbente.

Los morteros base cemento y base yeso requieren agua para el fraguado, y esta agua debe ser retenida en el mortero por un periodo de tiempo más largo para que el cemento se hidrate convenientemente y desarrolle, de modo conveniente, todas sus propiedades. El espesor de gruesas capas de morteros ampliamente usado en el pasado (normalmente en el rango de centímetros)

protegían a los morteros de secarse muy rápido luego de entrar en contacto con sustratos absorbentes, el sol u otras condiciones ambientales como el viento, aire seco o una alta temperatura ambiental. Hoy en día, son utilizados materiales de pared con altas fuerzas capilares (por ejemplo, concreto ligero alveolar) y los espesores de las capas de morteros generalmente han decrecido. La metil celulosa es necesaria para retener el agua durante la reacción de fraguado; la alta retención de agua de un mortero seco moderno se debe principalmente a la metil celulosa. Las Figuras 4 y 5 muestran un ejemplo de la retención de agua de un mortero húmedo como función de la concentración y viscosidad, respectivamente, de la metil celulosa adicionada.

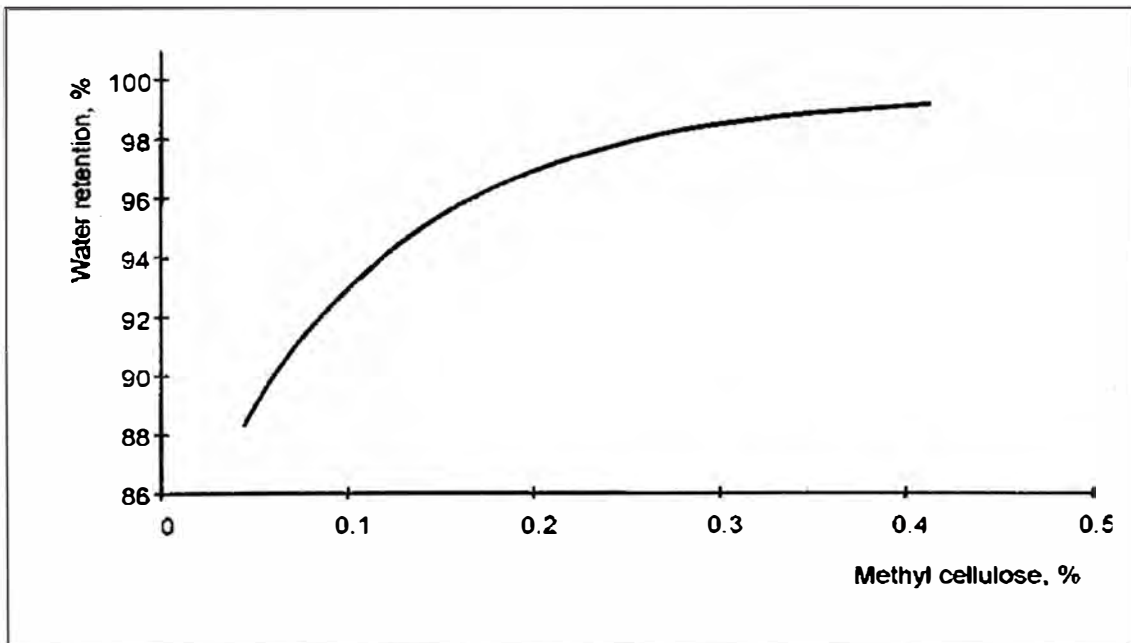


Figura 4. Retención de agua de un mortero húmedo en función de la concentración de una metilcelulosa añadida (Wolff Cellulosics, viscosidad: 30000 mPa.s medida con Haake Rotovisko).

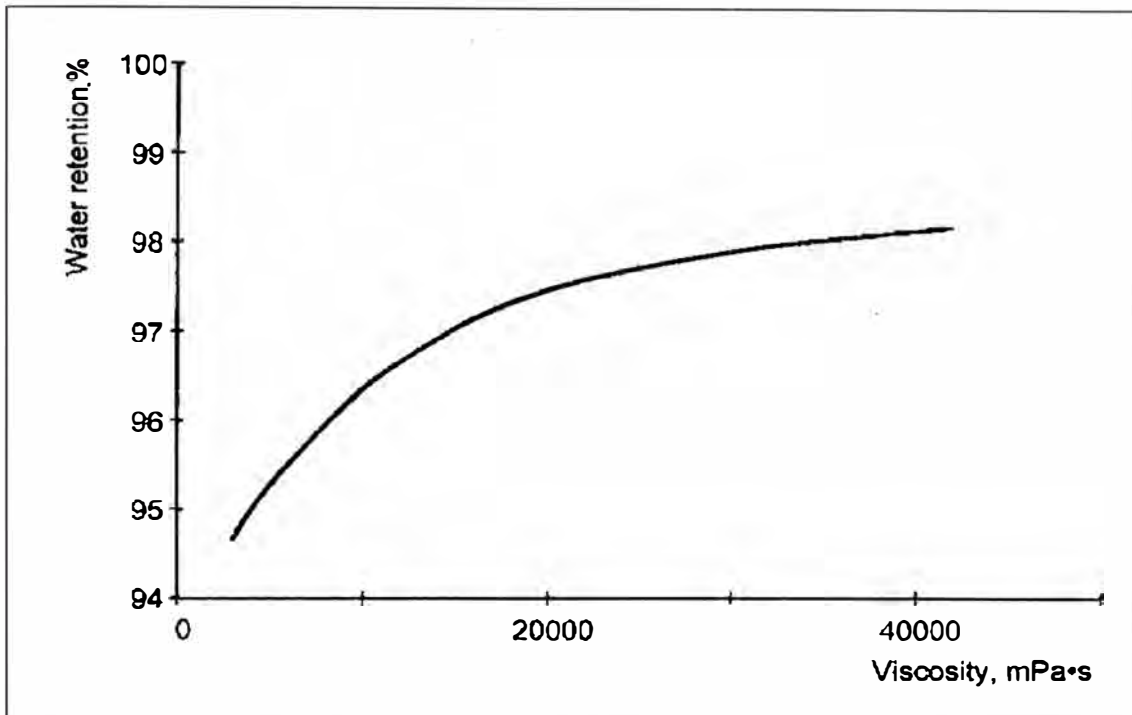


Figura 5. Retención de agua de un mortero húmedo en función de la viscosidad de la metilcelulosa añadida (Wolff Cellulosics, solución al 2%, 20°C, medida con Haake Rotovisko).

d) Demanda de agua y rendimiento

Un mortero requiere cierta consistencia, lo cual es muy bien conocido por trabajadores calificados. Ellos agregan tanta agua como sea necesaria para obtener la consistencia correcta. La demanda de agua depende de los ingredientes y de su proporción de adición en la formulación. La metil celulosa es el factor principal que influye en la demanda de agua, con parámetros como su viscosidad, la proporción de adición y el efecto adicional de espesamiento de la metil celulosa. La demanda de agua (factor agua / sólido) influye también en el rendimiento del mortero. Ésta es medida en litros de mortero húmedo por 100 kg. de mortero seco y es un parámetro importante para la eficiencia de enlucidos ligeros. Algunos productores de metil celulosas suministran metil celulosas especiales que garantizan altos rendimientos del mortero. Esto puede ayudar a reducir la cantidad de agregados ligeros.

Otras propiedades que pueden ser influenciadas por las metil celulosas son el tiempo abierto y la resistencia a la tracción por adherencia de un adhesivo para mayólicas, así como también la resistencia al deslizamiento de una mayólica en un mortero, las propiedades reológicas, plastificación y lubricación.

3.1.3.2. Polvos Redispersables (3)

Los polvos redispersables se definen como ligantes orgánicos poliméricos (ver 3.1.1.2) que aportan, principalmente al mortero, adherencia química. Se emplean fundamentalmente para la fabricación de morteros de cola (adhesivos), impermeables, de reparación, etc. Los polvos redispersables mejoran las propiedades durante la aplicación del mortero, en el fraguado y a lo largo de su vida útil. Entre otros efectos, son destacables:

- Aumento de la capacidad adherente.
- Aumento de la elasticidad.
- Mejora de la impermeabilidad.

3.1.3.3. Agentes Incorporadores de Aire (1)

Estos actúan físicamente mediante la incorporación de microporos o pequeñas burbujas de aire (diámetro entre 10 y 500 micras (3)) en el mortero durante el amasado. Esto conduce a una reducción de la densidad del mortero húmedo, una mejor trabajabilidad y un mayor rendimiento del mortero húmedo. El aire incluido conduce a un mejor aislamiento frente al frío y calor, pero también a una baja resistencia. Los agentes incorporadores de aire se encuentran en forma de polvo y están basados principalmente de sales sódicas de ácidos grasos sulfonatos y sulfatos. La proporción de adición en enlucidos y morteros de albañilería normalmente varía de 0,01 – 0,06%. Las proporciones óptimas de adición pueden ser encontradas por medio del monitoreo del contenido de aire en el mortero y por su trabajabilidad.

3.1.3.4. Agentes Retardantes

Son aditivos que retrasan el tiempo de fraguado del cemento, de modo que aumenta el periodo necesario para que los morteros pasen del estado plástico al estado sólido, sin influir notablemente en la evolución de las resistencias mecánicas en las edades finales. Así, prolongan el tiempo de trabajabilidad del mortero (3).

La principal aplicación de los retardantes es en enlucidos de yeso y morteros para juntas base yeso. Sin el uso de agentes retardantes, el fraguado del yeso sería muy rápido. Son usados diferentes retardantes, principalmente sales de frutas ácidas, tales como ácido tartárico o cítrico y ácidos sintéticos. La dosificación típica está entre 0,05 – 0,25% (1).

3.1.3.5. Éteres de almidón (1)

Principalmente los almidones hidroxipropílicos son adicionados a los enlucidos. A pesar de sus bajas viscosidades (principalmente entre 100 – 500 mPas en una solución al 2%), éstos claramente aumentan la viscosidad de los morteros cuando son agregados a morteros que contienen metil celulosa. Las proporciones de adición típicas están entre 0,01 – 0,04% para revocos y enlucidos base cemento y de 0,02 – 0,06% para enlucidos base yeso. La demanda de agua para los enlucidos es ligeramente incrementada y esto es asociado con un ligero rendimiento mayor. La retención de agua del mortero no es incrementada. En lo que respecta a la trabajabilidad, el escurrimiento del mortero húmedo de paredes verticales y soportes es reducido. En una dosificación óptima la trabajabilidad es mejorada.

3.1.3.6. Acelerantes (1)

Los sistemas acelerantes son usados en grandes cantidades en sistemas base cemento para ajustar las propiedades de fraguado deseadas. En particular, son usados exitosamente el formiato de calcio (con una proporción de adición de hasta 0,7%) o el carbonato de litio (con una proporción de adición de hasta 0,2%).

3.1.3.7. Agentes hidrofóbicos o Hidrofugantes (agentes repelentes de agua)(1)

Estos previenen que el agua penetre en el mortero endurecido, pero el mortero permanece abierto para la difusión de vapor de agua. Esto no supone que el mortero sea impermeable (para ello hay que recurrir a imprimaciones especiales), sino que su capacidad de absorción frente al agua a baja presión (agua de lluvia) es sustancialmente menor que un mortero fabricado sin este aditivo (3). La performance de los agentes hidrofóbicos puede ser medida por absorción capilar de agua. Las principales aplicaciones para los agentes hidrofóbicos son los enlucidos base cemento para aplicaciones en exteriores y morteros para juntas. En el mercado hay 2 grupos de agentes hidrofóbicos: sales metálicas de ácidos grasos (por ejemplo, estearato de zinc u oleato de sodio) y polvos redispersables poliméricos con propiedades hidrofóbicas. El primer grupo tiene la ventaja de una baja dosificación (0,1 – 1%) y el segundo grupo tiene la ventaja de una significativa mayor durabilidad, debido a que los polvos redispersables hidrofóbicos no son lavados de los enlucidos por la lluvia inclusive después de muchos años. Adicionalmente, el uso de polvos redispersables hidrofóbicos no conduce a problemas de humectación durante el mezclado del mortero seco con agua y mejora la adhesión del mortero fraguado con el sustrato.

3.1.3.8. Superplastificantes (1)

Estos tienen una fuerte influencia en la demanda de agua en un mortero. Un mortero que contiene superplastificantes requiere menor cantidad de agua que lo usual para conseguir la misma consistencia. Consecuentemente, el no cambiar la demanda de cantidad de agua conduce a una rebaja en la consistencia. Cuando se aglomeran las partículas de cemento (que poseen diferentes cargas superficiales) conducen a la inclusión de agua. Mediante el uso de los superplastificantes, las superficies son descargadas y el agua es liberada. Dependiendo de las restricciones legales y las ventajas técnicas, se utilizan la caseína o superplastificantes sintéticos (por ejemplo, los basados en sulfonatos de lignina, naftaleno, condensados melamina-formaldehído o carboxilatos de

poliéter). Los superplastificantes son usados principalmente en morteros que necesitan buenas propiedades autonivelantes, tales como pisos autonivelantes, recrecidos y para el vertido de adhesivos para mayólicas para pisos. El rango de dosificación está entre 0,2 – 1%.

3.1.3.9. Fibras (1)

Las fibras pueden ser distinguidas en 2 grupos: fibras largas, usadas principalmente para mejorar la resistencia de los morteros, y fibras cortas, usadas para influenciar las propiedades del mortero húmedo y la demanda de agua, dando protección contra las fracturas por contracción que pueda sufrir el mortero durante la pérdida de humedad por la evaporación del agua hacia el aire.

3.1.3.10. Antiespumantes (1)

Los agentes antiespumantes reducen el contenido de aire en los morteros húmedos. Se utilizan principalmente antiespumantes en polvo de diferentes bases químicas (mayormente hidrocarburos, poliglicoles o polisiloxanos en un vehículo inorgánico).

3.1.3.11. Pigmentos (3)

Estos pueden ser óxidos de hierro de origen natural o sintéticos. Los pigmentos son añadidos a la mezcla del mortero en el momento de su fabricación y tienen por finalidad dar al mismo una coloración distinta a la gris o blanca que normalmente presenta, de acuerdo con requerimientos estéticos. Los pigmentos empleados deben presentar gran estabilidad con el tiempo, variaciones térmicas y radiación solar.

El efecto de los pigmentos es diferente en el mortero fresco que en el endurecido. Generalmente, en este último, los tonos se aclaran por lo que es conveniente realizar pruebas previas cuando se quieran conseguir tonalidades de color determinadas.

3.2. Producción Industrial de Morteros Secos (1)

Las modernas fábricas para la producción industrial de morteros secos (Figura 6) con una capacidad típica de producción de 40000 – 250000 toneladas / año, son mayormente construidas en una pequeña área porque la línea de producción está orientada verticalmente y los silos para las materias primas están colocados por encima de la unidad de mezclado.

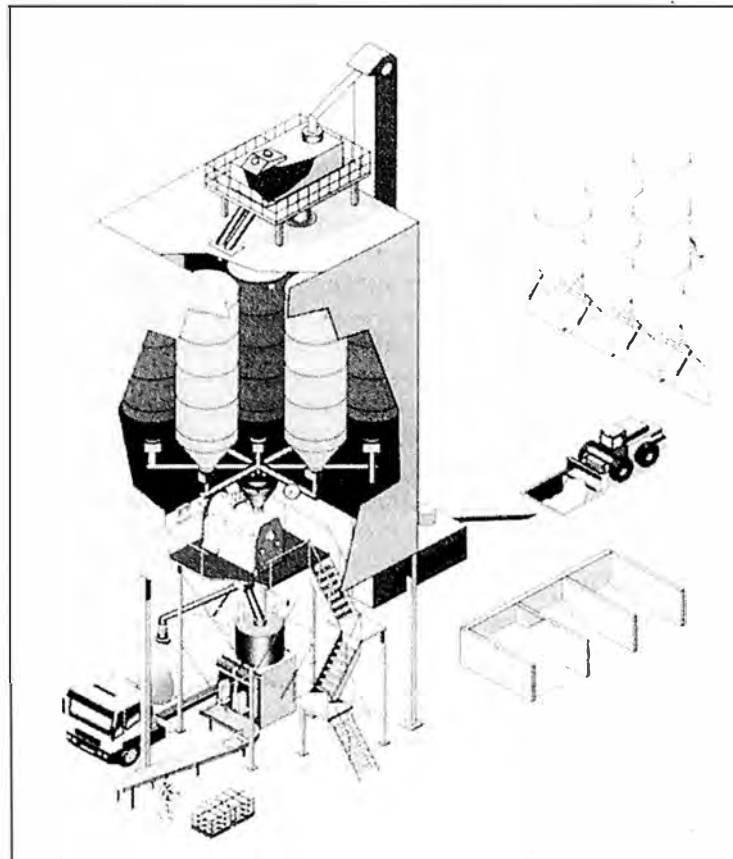


Figura 6. Diagrama esquemático de una planta de producción industrial de morteros secos (m-tec, Neuenburg, Alemania).

Después de un apropiado control de calidad, las materias primas son transportadas por un sistema de recepción a los diferentes silos ubicados en la parte superior de la planta. Consecuentemente, el flujo de material es principalmente gravitacional, lo que permite un ahorro en inversión y costos de producción. Las materias primas son transportados por gravedad o por apropiados sistemas transportadores (discos de alimentación, tornillos dosificadores, neumáticamente) hacia una tolva con un sistema de pesado de alta

precisión. La unidad de mezclado, controlada por un sistema electrónico automatizado, es alimentada con las materias primas necesarias para cada formulación de un mortero seco específico. Para la unidad de mezclado, se utilizan mayormente mezcladores especiales que son adecuados para todo el rango de producción de morteros secos (desde morteros secos con materiales de partícula fina hasta gruesa). Tales unidades de mezclado, disponibles en una amplia variedad de tamaños y diseños, permiten ciclos cortos de tiempos de producción por lotes y un mezclado rápido y homogéneo. La temperatura de los materiales secos mezclados no debe exceder los 50 °C durante todo el proceso de mezclado para evitar el deterioro de aditivos termoplásticos y sensibles. Luego de un corto proceso de mezclado, de aproximadamente 3 – 10 minutos para unidades modernas de mezclado altamente eficientes, el mortero seco homogéneo es descargado en un silo intermedio de almacenamiento de producto terminado. Luego del control de calidad, el mortero seco es descargado en silos transportadores o transferido a unidades de ensacado y paletizado, listo para ser transportado al sitio de construcción. La Figura 7 muestra una planta típica de producción de morteros secos.

En la producción industrial de morteros secos, la calidad de las materias primas usadas, especialmente los materiales minerales a granel, deben ser controlados por estándares nacionales. Si los agregados tales como arenas silíceas o de cuarzo no están disponibles en la calidad apropiada, la planta de producción industrial de morteros secos debe incluir instalaciones de molienda, lavado, secado y clasificación en diferentes fracciones de tamiz. La humedad residual de los rellenos no debe ser mayor de 0,3% y la temperatura de secado de la arena luego del proceso de secado no debe exceder los 60°C antes de ser usada. La curva de tamiz dentro de las diferentes fracciones del relleno debe ser constante sin grandes variaciones (por ejemplo, por la combinación de diferentes subfracciones).

El diseño, tamaño y números de silos para todas las materias primas y el diseño de toda la unidad de mezclado y empaquetado depende de las materias primas disponibles, y del número, tipo y volumen de los diferentes morteros

secos que serán producidos en la fábrica de producción industrial de morteros secos. Para los productos base yeso, usualmente se utiliza una línea de producción separada para evitar el contacto o mezclado de productos base cemento con el yeso.

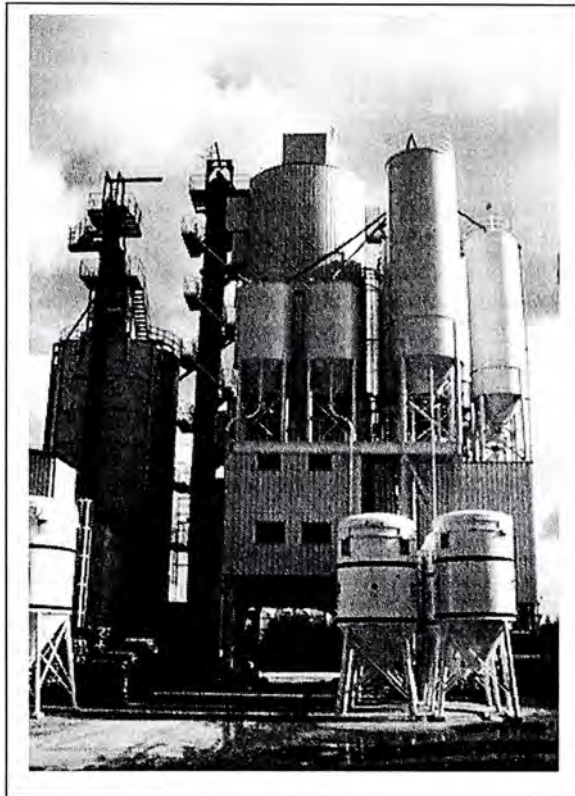


Figura 7. Planta típica de producción industrial de morteros secos (m-tec, Neuenburg, Alemania).

3.3. Ensayos y Pruebas para Morteros

Los ensayos que se realizan dependen de si se trata de un mortero fresco o un mortero endurecido. En el primer caso, se refiere a la fase del mortero una vez mezclado y amasado. Su duración varía de acuerdo con el tiempo del fraguado requerido por la proporción que integra la mezcla, así como por la temperatura, humedad, etc. En esta etapa el mortero es plástico y trabajable, lo

que permite su puesta en obra. Superada esta fase el mortero endurece hasta consolidarse (3).

3.3.1. Ensayos y Pruebas para un Mortero Fresco

3.3.1.1. Consistencia (1)

Para aplicar un mortero a un soporte se requiere mezclarlo con una cierta cantidad de agua. Los operarios de construcción expertos mezclan instintivamente el mortero seco con la cantidad de agua que conducirá a una consistencia deseada para la aplicación. Una elevada o reducida cantidad de agua conduce a propiedades no deseadas. La cantidad de agua requerida para el mezclado es descrita por la relación A / S (factor agua / sólido).

Durante el desarrollo de un mortero seco los valores A / S deben ser ajustados a una consistencia que será probablemente usada también en el sitio de construcción. Si se comparan formulaciones con diferentes proporciones de aditivos o diferentes aditivos, es inútil comparar formulaciones con el mismo valor A / S , debido a que casi todos los aditivos cambian ligeramente la consistencia o el valor A / S . Existen varios procedimientos para controlar y comparar la consistencia de diferentes formulaciones. La consistencia de los morteros, revocos y enlucidos es revisada mediante el ensayo de consistencia con cono o método de “slump” (EN 1015-3), el cual es realizado de manera similar al de la industria del concreto. El slump es el diámetro en milímetros de una porción hecha de una mezcla de agua con el enlucido y formado por soplos verticales después de remover el molde y sacudir la mezcla. La consistencia de productos más líquidos, tales como recredos autonivelantes o de adhesivos para mayólicas para pisos de vertido, puede ser determinada por el diámetro del flujo. Este procedimiento no requiere de sacudir. La consistencia de un adhesivo para mayólicas puede ser controlado con la viscosidad.

3.3.1.2. Retención de agua (1)

(**DIN 18555**). La pared absorbente de agua es simulada mediante platos de filtro absorbentes de agua. El ensayo es llevado a cabo para un enlucido de una consistencia usada en la práctica. El mortero húmedo es extendido sobre los platos filtrantes. Después de un cierto tiempo la cantidad de agua absorbida por los platos filtrantes es pesada. Luego la retención de agua es calculada en %. Los diferentes tipos de morteros requieren diferentes valores de retención de agua para buenas propiedades de aplicación.

3.3.1.3. Tiempo de fraguado (1)

(**DIN EN 13279-2**). El comportamiento de fraguado de los enlucidos base yeso es determinado por el ensayo de aguja Vicat. El comienzo del fraguado de los enlucidos que contienen aditivos es indicado por el tiempo en minutos después de que la aguja Vicat, en el transcurso del ensayo de penetración en una muestra de enlucido, para a una altura especificada. El tiempo es calculado desde el comienzo de la humidificación del enlucido con agua. Sistemas más gruesos tales como revocos y enlucido base cemento son menos apropiados para el procedimiento de ensayo Vicat.

3.3.1.4. Contenido de aire (o Aire ocluido) (1)

(**DIN 18555-2**). Los morteros frescos contienen poros. Estos poros tienen su origen en los agentes incorporadores de aire y también en el aire absorbido en la superficie de las partículas. El contenido de aire de un mortero fresco deberá ser medido por un método de presión usando un aparato de ensayo preestablecido con una capacidad de 1 dm^3 . El aparato de ensayo deberá tener una cámara de presión en la cual una presión definida es generada. Mediante la apertura de una válvula de inundación el balance de presión entre la cámara de presión y el contenedor de la muestra (recipiente de medición) es afectado, el cual es llenado con el mortero fresco. La caída en la presión es una medida del contenido de aire en el mortero fresco.

3.3.1.5. Análisis granulométrico

Este análisis es realizado por medio de un tamizado. Los residuos en cada malla o tamiz son pesados y expresados como un porcentaje del peso inicial. Mediante el trazado de una curva tomando como puntos los diámetros de las partículas en función del porcentaje pasante en cada tamiz, se obtiene la curva granulométrica individual, similar a la Figura 3 (página 25). La curva tiene una forma específica para cada mortero seco. Los tamaños de granos de los morteros secos también varía (Figura 8). El rango granulométrico de la mayoría de los morteros secos varía entre 0,1 y 4 mm.

En algunos morteros es necesaria una alta densidad del mortero húmedo para alcanzar una alta resistencia a la compresión. En tales casos la distribución granulométrica de todos los componentes minerales debe ser optimizada. Para usar una figura simple, los espacios entre las partículas grandes deben ser rellenados por partículas más pequeñas para dar como resultado el mejor llenado de espacio posible. Esta distribución ideal del diámetro de partículas puede ser calculada y trazada como una curva de Fuller (Figura 9) (1). (EN 1015-1)

$$\text{Ecuación de Fuller: } P = 100 * \left(\frac{d}{D} \right)^{1,2}$$

Donde P = % de material pasante, d = abertura de tamiz y D = tamaño máximo del agregado.

La granulometría idónea de un mortero depende de las exigencias que vayamos a requerir y de su aplicación específica. Obtenerla requiere, como hemos visto, precisión y control del fabricante de mortero seco, lo que no es posible de aplicar en obra (tecnología de mezclado in situ).

Los *morteros secos*, por su control en la recepción de componentes, sirven para vigilar el cumplimiento de las granulometrías exigidas y optimizar las composiciones granulométricas en función de los requisitos demandados en un proyecto, asegurando las prestaciones finales y mejorando la calidad de los resultados (3).

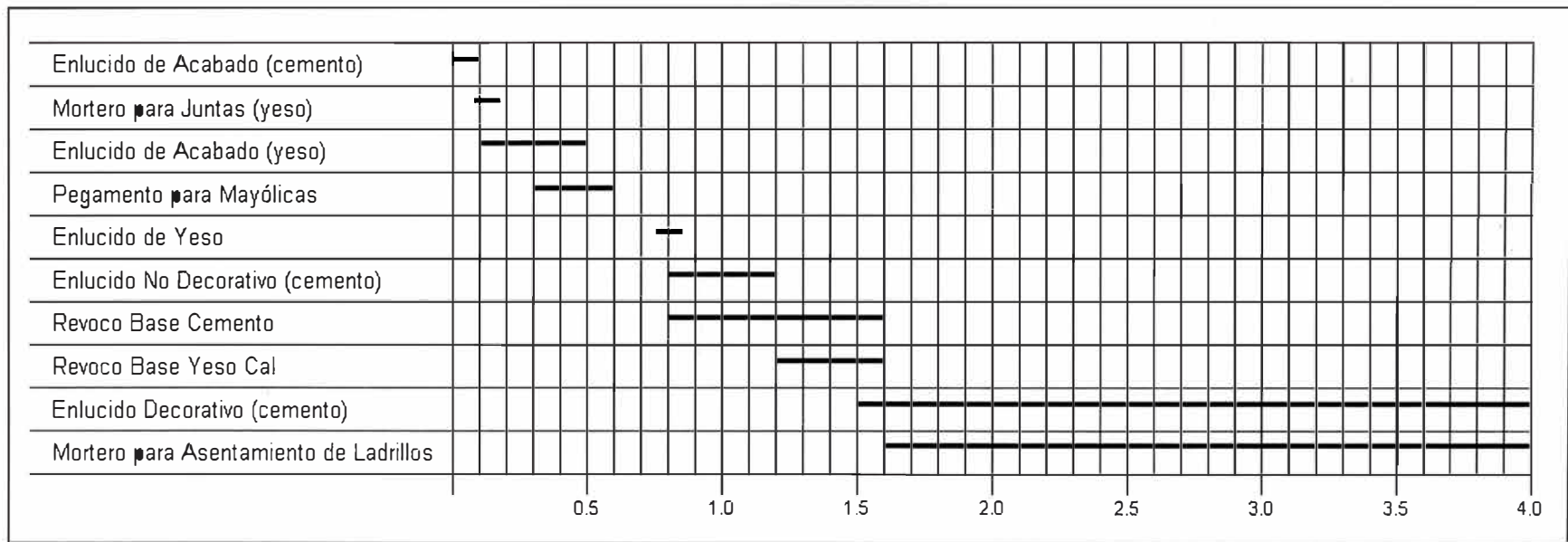


Figura 8. Tamaño máximo de grano de algunos morteros europeos (mm).

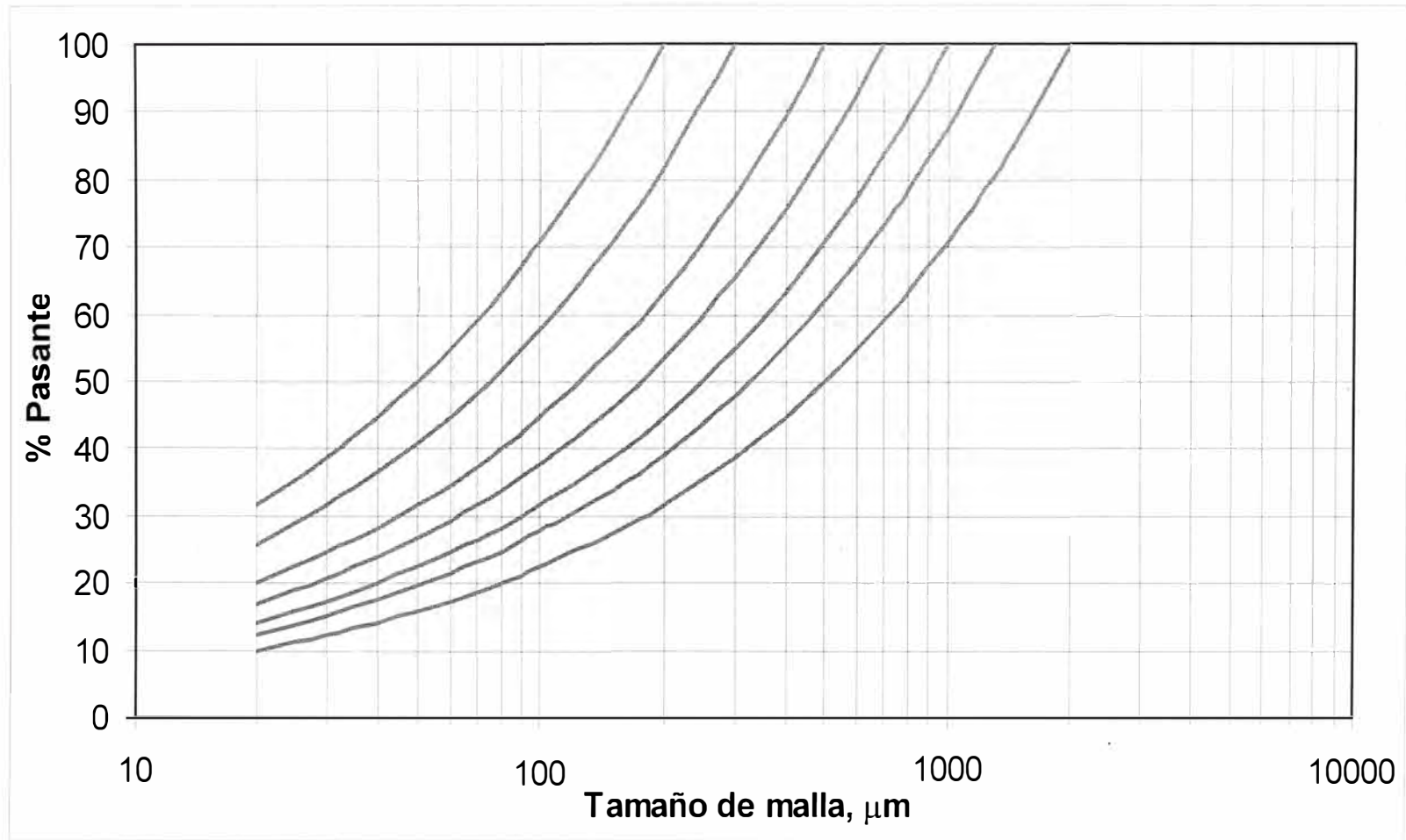


Figura 9. Curvas de referencia calculadas a partir de la ecuación de Fuller.

3.3.1.6. Tiempo abierto (1)

En lenguaje coloquial utilizado en los sitios de construcción, el tiempo abierto es una expresión general para definir el intervalo de tiempo máximo en el cual un mortero fresco puede ser aplicado. La expresión “tiempo abierto” es principalmente usada en la aplicación de adhesivos para mayólicas, y algunas veces para enlucidos y revocos. Una definición más precisa del tiempo abierto está dada en las 3 siguientes definiciones:

- el tiempo entre la aplicación de una capa del mortero y la formación de piel. La formación de piel solamente puede ser evaluada cualitativamente con una bola de algodón (**DIN 18156**).
- el tiempo después del cual la humidificación de la parte posterior de la mayólica es por lo menos 50% del área total de la mayólica.
- (**EN 1346**) es el rango de tiempo (en minutos) más largo en el cual es alcanzada la resistencia necesaria a la tracción de un adhesivo para mayólica según la **EN 12004**. Los tiempos evaluados son 5, 10, 20 y 30 minutos.

3.3.1.7. Resistencia al deslizamiento (1)

Un adhesivo para mayólica debe tener una buena resistencia al deslizamiento principalmente por las 2 siguientes razones: para el embaldosado de mayólicas pesadas tales como mayólicas de mármol, y para su uso en países donde el embaldosado de la pared comienza por la parte superior (como en Alemania) y no por la parte inferior. En el último caso, las mayólicas inferiores soportan a las mayólicas superiores previniendo que éstas se deslicen.

La resistencia al deslizamiento es medida con una mayólica estándar de 10 x 10 cm y un peso de 200 gr. sobre un bloque de concreto (**EN 1308**).

3.3.2. Ensayos y Pruebas para un Mortero Endurecido

3.3.2.1. Resistencia a la tracción por adherencia (1)

Es una propiedad importante en muchos morteros secos. La adherencia se basa en la resistencia a la tracción de la unión entre un mortero y un soporte definido. Resulta especialmente importante en morteros para revocos y morteros de cola (adhesivos) (3). En el caso de los adhesivos para mayólicas (**EN 1348**), ésta se especifica para 4 condiciones de almacenamiento: almacenamiento estándar por 28 días bajo condiciones climáticas estándar, luego de inmersión en agua, luego de un ciclo de congelamiento-descongelamiento, y luego de almacenamiento por envejecimiento con calor.

3.3.2.2. Resistencia mecánica (3)

(**EN 1015-11**). El mortero en la mayor parte de sus aplicaciones debe actuar como elemento de unión resistente compartiendo los requerimientos del sistema constructivo del que forma parte. El mortero utilizado en juntas debe soportar inicialmente las sucesivas hiladas de ladrillos o bloques. Luego, la resistencia del mortero influirá, por ejemplo, en la capacidad de una fábrica para soportar y transmitir las cargas a las que se ve sometida. Así mismo, el mortero para solados resistirá el peso de personas y enseres que se asienten sobre él.

3.3.2.3. Absorción de agua (3)

(**EN 1015-18**). Afecta a los morteros que quedan expuestos directamente a la lluvia. Su importancia radica en que la absorción determina la permeabilidad de un enfoscado o del mortero que forma las juntas de una fábrica. Si el mortero es permeable al agua, transmitirá ésta hacia el interior originando la consiguiente aparición de humedades por filtración. Además, con la succión del agua exterior se favorece el tránsito de partículas o componentes no deseables para la durabilidad del conjunto constructivo, como en el caso de las eflorescencias. La absorción depende de la estructura capilar del material, por tanto, cuanto más compacto sea un mortero, menor será la red capilar y, en consecuencia, menor

absorción presentará. La incorporación de aditivos hidrofugantes, plastificantes y aireantes también contribuye notablemente a disminuir la absorción capilar en los morteros que los incorporan.

3.4. Principales Aplicaciones de los Morteros Secos

Los morteros secos tienen muchos campos de aplicación en la industria de la construcción, tanto en exteriores como en interiores. En la Figura 10 se pueden apreciar algunas de las aplicaciones más comunes.

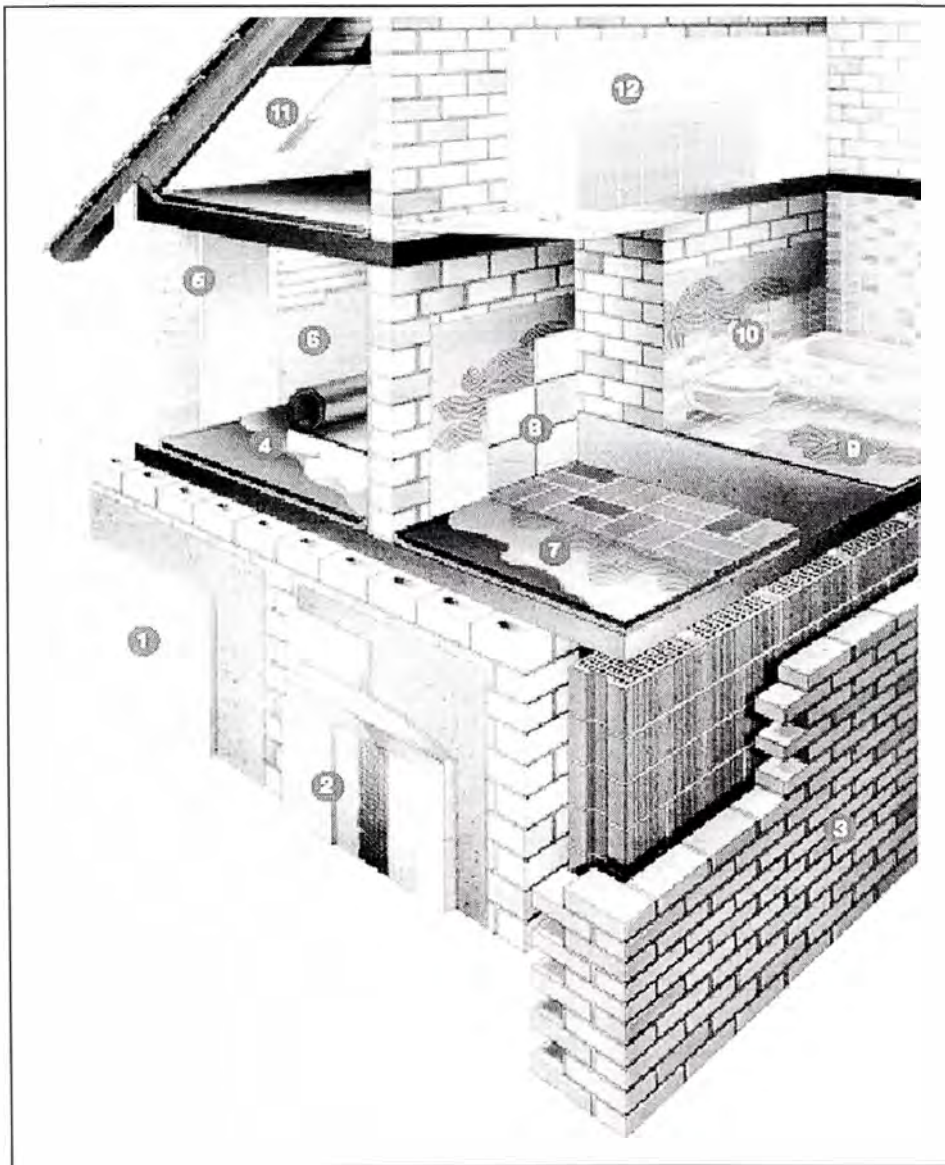


Figura 10. Campos de Aplicación de los Morteros Secos.

Exteriores

- 1) - Mortero de muros
- Yeso/revoque para proyección
- Monocapa/revoque fino
- 2) - Mortero de muros
- Revoque en base de cemento
- Cola de sistemas de aislamiento térmico
- Monocapa/revoque fino
- 3) - Mortero de muros

Interiores

- 4) - Suelo de masa autonivelante
- 5) - Adhesivo para bloques planos
- Yeso para máquinas de proyección
- Pintura en dispersión
- 6) - Yeso para máquinas de proyección
- Monocapa/revoque fino
- 7) - Suelo de masa autonivelante
- Cola para baldosas
- Tapajunta
- 8) - Mortero de muros
- Revoque en base cemento
- Cola para baldosas
- Tapajunta
- 9) - Cola para baldosas
- Tapajunta
- 10) - Mortero de muros
- Revoque en base cemento
- Cola para baldosas
- Tapajunta
- 11) - Tapajunta de yeso para placas de cartón yeso
- 12) - Mortero de muros
- Ligante/adhesivo para yeso
- Tapajunta de yeso para placas de cartón yeso
- Adhesivo para baldosas en dispersión
- Tapajunta

3.4.1. Morteros para Asentamiento de Ladrillos (1)

Los morteros para asentamiento de ladrillos son usados para: juntar todo tipo de ladrillos (Figura 11) – por ejemplo, ladrillos rojos de arcilla con baja absorción de agua, ladrillos de arena-cal fuertemente absorbentes, y de concreto ligero aireado y ayudar a resistir los esfuerzos laterales; distribuir uniformemente las cargas atenuantes de la pared; absorber las deformaciones naturales de los elementos de albañilería y sellar las juntas para evitar la penetración de agua de lluvia. Generalmente, ladrillos con baja retención de agua requieren de morteros con baja retención de agua aplicados en capas gruesas, mientras que ladrillos llanos y lisos con alta retención de agua requieren de morteros con alta retención de agua aplicados en capas delgadas.

Estos morteros deben presentar las siguientes características: trabajabilidad (consistencia, plasticidad) suficiente para un trabajo óptimo, rápido y económico; adherencia adecuada a los componentes a fin de que la interfase pueda resistir esfuerzos de cizallamiento y tracción; durabilidad, para no afectar la durabilidad de los otros materiales o de la construcción como un todo.



Figura 11. Mortero para asentamiento de ladrillos.

En la Tabla 2 se presentan las diferentes formulaciones típicas de un mortero para asentamiento de ladrillos y un adhesivo para concreto ligero aireado.

Tabla 2. Formulaciones típicas de un mortero para asentamiento de ladrillos y un adhesivo para concreto ligero aireado (en partes por peso).

Componente	Mortero para asentamiento de ladrillos	Adhesivo para concreto ligero aireado
Cemento (por ej. CEM I 32.5R)	12 – 20	36
Cal hidratada	0 – 6	4
Polvo de piedra caliza, 0 – 0.1 mm	10 – 20	
Arena de cuarzo o de piedra caliza, 0 – 4 mm	60 – 80	
Arena de cuarzo, 0 – 0.5 mm		60
Agente incorporador de aire	0.01 – 0.03	
Metilcelulosa, viscosidad media	0.02 – 0.04	
Metilcelulosa, viscosidad alta		0.3 – 0.4

3.4.2. Morteros para Tarrajeo (1)

Estos comprenden los morteros de revoco (Figura 12) y los morteros de enlucido. Los enlucidos son aplicados en interiores (paredes y techos) en una o más capas de un grosor especificado, los cuales no adquieren sus características finales hasta que hayan fraguado. Los diferentes tipos de morteros secos de revoco y enlucido son clasificados en base al tipo de ligante usado:

- morteros de revoco y enlucido con ligantes minerales (cemento, yeso y posiblemente cal hidratada)
- enlucidos decorativos con cemento, polvo redispersable y posiblemente cal hidratada como ligante.

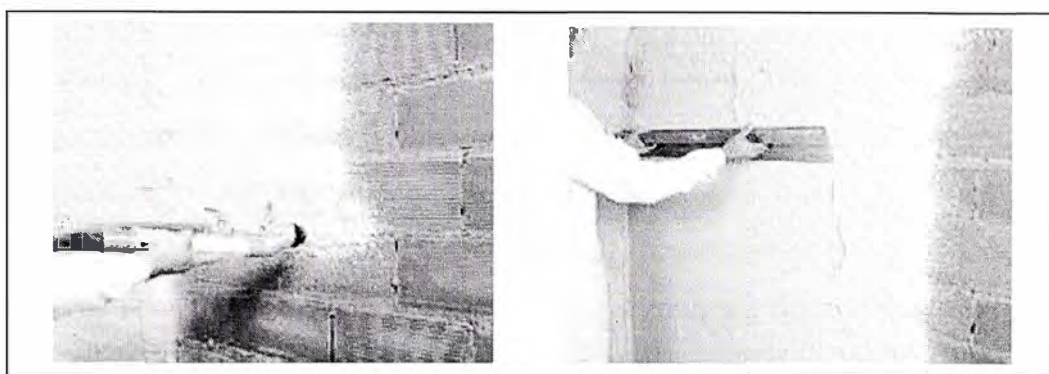


Figura 12. Aplicación de un mortero para tarrajeo (revoco).

Los morteros de revoco y enlucido con otros ligantes como silicato de potasio, polvo redispersable como único ligante, cal hidratada como único ligante o arcilla, no son cubiertos en este estudio. Los revocos y enlucidos asumen un rango de tareas físicas, por ejemplo, protección contra agentes atmosféricos (principalmente el ingreso de humedad o fluctuaciones de temperatura), o contra acciones químicas o mecánicas. Son usados en los baños y otras habitaciones donde hay humedad.

Los revocos y enlucidos deben tener buena permeabilidad al vapor de agua y ser aptos para pintado y colgado de papeles (murales) pesados. Los revocos minerales, típicamente aplicados en una capa simple con un espesor aproximado de 10 – 30 mm, sirven también como un sustrato uniforme y liso

para la aplicación de posteriores materiales de acabado, tales como mayólicas, pinturas o recubrimientos decorativos. Los revocos base cemento son utilizados para exteriores y habitaciones con mucha humedad, en tanto los revocos base yeso son usados exclusivamente para paredes en interiores.

Hoy en día, en la mayoría de los países europeos (con excepción del Reino Unido) la aplicación de revoco / enlucido con máquina es más común que la aplicación manual. Por consiguiente, el revoco / enlucido para aplicación con máquina deberá cumplir los requerimientos adicionales de un rápido desarrollo de consistencia y una alta retención de agua. Ambos parámetros son alcanzados mediante la selección del grado apropiado de metil celulosa.

3.4.2.1. Revocos de cemento y cal – cemento

Los principales requerimientos para estos morteros son altas propiedades de antiescurrimiento durante la aplicación, fácil trabajabilidad, baja pegajosidad a la herramienta nivelante y un fraguado libre de grietas. Para cumplir con estos requerimientos, la formulación requiere de una granulometría óptima y la adición de aditivos tales como metil celulosa, éteres de almidón y agentes incorporadores de aire. En la Tabla 3 se puede apreciar formulaciones típicas para un revoco de cal – cemento y para un revoco ligero base cemento.

3.4.2.2. Enlucidos de yeso

La aplicación de un enlucido de yeso es más complicada y demanda más tiempo que la aplicación de un revoco de cemento, así también las formulaciones típicas son también más complicadas. El enfoque principal es siempre el ajuste correcto para retardar el fraguado, lo que permite al trabajador terminar todos los pasos del trabajo antes que la superficie fragüe o se seque. Como las tradiciones de trabajo son diferentes en muchos países, las formulaciones locales siempre deben ser ajustadas a los diferentes procedimientos de trabajo.

Tabla 3. Formulaciones típicas de un revoco estándar de cal – cemento y un revoco ligero base cemento (en partes por peso).

Componente	Revoco cal – cemento	Revoco ligero base cemento
Cemento Portland CEM I 32.5R	8 – 12	18 – 25
Cal hidratada	6 – 8	0 – 5
Arena de cuarzo, 0.2 – 0.8 mm	80 – 85	
Arena caliza		60 – 75
Polvo de piedra caliza		5 – 7
Poliestireno expandido		1 – 2
Éter de almidón		0.01 – 0.02
Agente hidrofóbico	0.15 – 0.25	0.1 – 0.2
Agente incorporado de aire	0.015 – 0.03	0.03 – 0.05
Metil celulosa, viscosidad 15000 mPas	0.08 – 0.12	0.1 – 0.12

3.4.3. Pegamentos para Mayólicas (1)

El revestimiento cerámico de paredes para interiores y exteriores de construcción no es en ningún caso una invención nueva. Los primeros revestimientos cerámicos de paredes en la forma de frescos y mosaicos fueron producidos aproximadamente hace 3500 años en Egipto, Persia y China. Las mayólicas proveen una superficie estéticamente atractiva y decorativa en combinación con beneficios funcionales importantes, siendo resistentes al agua, duras, duraderas, higiénicas y fáciles de lavar. Por estas razones las mayólicas son materiales de cubierta importantes para pisos y paredes en la industria de la construcción. En 1999, aproximadamente $4.5 \times 10^9 \text{ m}^2$ de mayólicas fueron producidas y colocadas mundialmente. El mercado más importante fue Asia ($1.9 \times 10^9 \text{ m}^2$), seguido de Europa (10^9 m^2) y América ($0.9 \times 10^9 \text{ m}^2$).

Son usadas principalmente mayólicas de barro para aplicaciones en interiores (mayólicas porosas sin resistencia a heladas con una absorción de agua de aproximadamente 25%) y mayólicas de gres resistentes a heladas (mayólicas no porosas con una absorción de agua de aproximadamente 1%) para aplicaciones en interiores y exteriores. Diferentes tipos de piedras naturales son instaladas en aplicaciones interiores y exteriores. Hoy en día están siendo utilizadas de manera creciente las mayólicas completamente vitrificadas (mayólicas de porcelana) con una extremadamente baja absorción de agua (< 0.1%) y una excelente resistencia al rayado, deterioro y al intemperismo, principalmente para aplicaciones en exteriores y para pisos. Adicionalmente, existe una fuerte tendencia a utilizar mayólicas de mayor tamaño (hasta 40 x 40 cm).

Anteriormente, las mayólicas de cerámica y piedras naturales fueron exclusivamente colocadas con la técnica de camas gruesas de morteros mezclados in situ. En este método, la arena y el cemento era mezclados juntos in situ para producir un mortero de cemento simple con una proporción de cemento/arena de aproximadamente 1/4 a 1/5. Luego de aplicar (untar) este mortero en el lado reverso de la mayólica pre-remojada, o pre-humedecida con un espesor de 15 – 30 mm, la mayólica untada con el mortero es presionada

sobre la superficie humectada que será embaldosada. Las mayólicas son golpeadas para asegurar una planicidad uniforme de la superficie embaldosada, y por consiguiente se obtiene una cama final de mortero de 10 – 25 mm. Este procedimiento no solamente causa la compactación del mortero, sino que conduce en adición a la migración de partículas finas de cemento hacia el lado reverso poroso de la mayólica y hacia el sustrato poroso. De esta manera se asegura una fijación mecánica o anclaje de la mayólica con la cama de mortero, así como también el anclaje del mortero con el sustrato luego del fraguado del cemento. Debido a que este tipo simple de mortero no tiene resistencia al deslizamiento, el embaldosado debe comenzar por la parte inferior y se deben utilizar espaciadores para obtener juntas regulares entre las mayólicas.

Sin embargo, este método es un proceso costoso y que consume mucho tiempo y material y el cual requiere artesanos experimentados. Ellos tienen que decidir si el sustrato y las mayólicas son adecuadas para usar este método; dependiendo de la porosidad de las mayólicas es requerido un cierto tiempo de remojado, el mortero deberá ser mezclado en la proporción y consistencia correcta, y la cantidad correcta de mortero debe ser aplicada en el lado reverso de la mayólica antes de ser colocada. Más significativamente, existen varias restricciones de carácter técnico en el uso de esta técnica en la moderna industria de la construcción. Por ejemplo, con este método solamente mayólicas relativamente pequeñas y porosas pueden ser colocadas sobre superficies minerales porosas, sólidas y fuertes debido a la necesidad de un anclaje mecánico del mortero.

Por lo tanto, la técnica del mortero de cama delgada ha reemplazado hoy en día al método del mortero de cama gruesa en la mayoría de países industrializados. Después de que el mortero seco (modificado con polímero y pre-empacado) es mezclado con agua, éste puede ser aplicado con una paleta dentada (técnica flotante) a una gran área de la superficie (sustrato) que será embaldosada para obtener una cama acanalada de mortero y de espesor uniforme. Debido a la buena capacidad de retención de agua de la cama delgada de mortero (efecto del éter de celulosa), ni las mayólicas ni el sustrato (fondo)

deben ser pre-remojados o pre-humedecidos. Las mayólicas son luego presionadas sobre la cama del mortero con una ligera acción de giro. Si el adhesivo para mayólicas ha sido formulado de la manera apropiada utilizando los aditivos adecuados, las mayólicas que han sido colocadas sobre la cama fresca del mortero no se deslizarán. Por consiguiente, la inserción de espaciadores entre las mayólicas no es necesaria y el embaldosado puede ser realizado desde la parte superior hacia la parte inferior. Esta técnica crea una cama de mortero adhesivo de aproximadamente 2 – 4 mm de espesor, dependiendo de las dimensiones de las paletas dentadas (muescadas) usadas (usualmente 6 x 6 x 6 mm, dependiendo del tamaño de las mayólicas y la planicidad del sustrato). La técnica de la cama delgada de mortero es así más efectiva en cuanto a costos que la técnica de la cama gruesa. También usa menos material, puede ser aplicada más universalmente y su ejecución es más simple, rápida y segura. Esto es aún cierto en casos donde el sustrato (fondo) es desigual y debe ser recubierto o nivelado antes con un mortero de igualación.

Con esta técnica de cama delgada (Figura 13) y usando morteros adhesivos secos pre-empacados especialmente diseñados, todas las demandas técnicas de la moderna industria de la construcción usando diferentes tipos de fondos y materiales recubrientes bajo diferentes y extremas condiciones climáticas pueden ser satisfechas. Hoy existe una amplia variedad de adhesivos para mayólicas, dependiendo del sustrato a ser embaldosado y las mayólicas a ser usadas: estándar y flexible, de fraguado normal y rápido, adhesivos especiales tales como morteros blancos para el fijado de piedras naturales, adhesivos impermeables, camas fluidas de mortero para embaldosado de pisos, adhesivos base yeso y morteros altamente flexibles para recrecido.

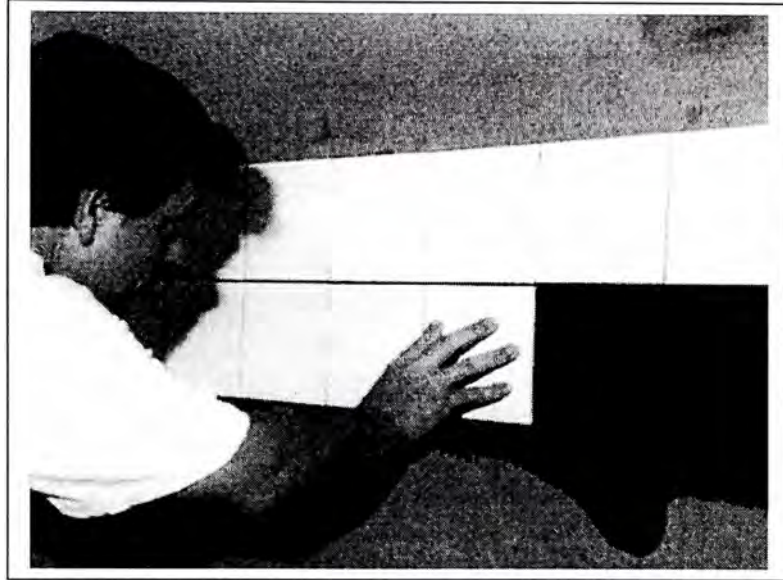


Figura 13. Aplicación de una cama delgada de adhesivo para mayólica (extendiendo el mortero adhesivo con una espátula sobre la pared que será recubierta con las mayólicas) (Wacker Polymer Systems).

Los morteros secos para embaldosado en camas delgadas deben cumplir ciertos requerimientos técnicos, tales como buenas características de trabajabilidad, buena capacidad de retención de agua, tiempo abierto y tiempo de ajuste largos inclusive a altas temperaturas y buenas propiedades antiescurrimiento. Después del fraguado, el mortero adhesivo base cemento debe proveer un buen y resistente vínculo de adhesión y cohesión entre todos los materiales cubrientes (por ejemplo, piedras naturales y todo tipo de mayólicas cerámicas) y varios fondos (por ejemplo, superficies de concreto, enladrillado, revocos de cal – cemento, yeso, madera, antiguas superficies de mayólicas, concreto ligero aireado, etc.). Esto debe ser garantizado inclusive después de la exposición a congelamiento (helada), humedad e inclusive a permanente inmersión en agua. En adición a la buena adhesión, la cama delgada del mortero adhesivo debe tener la suficiente flexibilidad para absorber y reducir posibles tensiones entre el fondo y las mayólicas, causadas por los diferentes coeficientes

de expansión térmica de los materiales cubrientes y de los sustratos, así como también posibles movimientos del fondo.

Todas estas características de una cama delgada de mortero adhesivo solamente pueden ser alcanzadas con morteros secos cementicios pre-empacados y modificados con polímeros conteniendo éteres de celulosa como aditivos y polvos redispersables como agente ligante polimérico. En la Tabla 4, se muestran formulaciones típicas para adhesivos para mayólicas estándar y flexible de alta calidad.

3.4.4. Fraguas (1)

Los morteros para juntas o fraguas son utilizados para rellenar las juntas (espacios) entre las mayólicas (Figura 14) o piedras naturales colocadas en paredes o pisos. Los morteros para juntas base cemento con formulaciones apropiadas son adecuados para aplicaciones en interiores y en exteriores. En combinación con las mayólicas deben proveer una superficie visualmente atractiva y deben desempeñar funciones físicas. Los morteros para juntas deben ser capaces de reducir la tensión entre los materiales recubrientes dentro de la pared o el piso, deben proteger los materiales y capas debajo de la superficie embaldosada contra daños mecánicos y las negativas influencias del agua penetrante en toda la construcción. Así, un mortero cementicio para juntas debe tener buena adhesión a los bordes de las mayólicas, baja retracción (contracción), suficiente deformabilidad o flexibilidad, alta resistencia a la abrasión, buena dureza y cohesión, baja absorción de agua y una excelente trabajabilidad (baja pegajosidad del mortero húmedo). Dependiendo de su aplicación, los tipos de morteros para juntas pueden clasificarse principalmente en 2 tipos, según se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 4. Formulaciones típicas de adhesivos para mayólicas (en partes por peso).

Tipo de adhesivo *	A	B
Cemento Portland (OPC)	45	35
Arena silícea (0.05 – 0.5 mm)	53.1 – 51.6	59.6 – 57.6
Éter de celulosa (viscosidad aproximada de 40 000 mPas)	0.4	0.3
Polvo redispersable	0 – 4	5 – 10
Aditivos (si se requiere alguna propiedad especial)	(0 – 5)	(0 – 5)

* Tipo A = adhesivo para mayólica estándar modificado con polímero, Tipo B = adhesivo para mayólica flexible, de alta calidad y modificado con polímero.

Tabla 5. Formulaciones típicas de morteros para juntas (en partes por peso).

Tipo de mortero para juntas *	A	B
Cemento Portland	25 – 30	20 – 25
Cemento de Alta Alúmina (HAC)	0 – 10	0 – 10
Pigmentos (TiO ₂ , óxidos de hierro)		0 – 5
Relleno (arena silíceo y/o carbonatos)	75 – 56.9	79 – 51.9
Éter de celulosa	0 – 0.1	0 – 0.1
Polvo redispersable	0 – 2	1 – 5
Aditivos para trabajabilidad	0 – 1	0 – 3

* Tipo A = mortero gris estándar para juntas para uso en interiores y exteriores, Tipo B = mortero para juntas pigmentado, de alta calidad y superficie lisa para uso en interiores y exteriores.



Figura 14. Aplicación de un mortero para juntas.

Para los morteros para juntas blancos y coloreados, se utiliza cemento blanco como ligante mineral. Para los morteros para juntas coloreados deben ser utilizados pigmentos que sean resistentes al álcali, tales como los óxidos de hierro. Rellenos apropiados de carbonatos deben ser usados adicionalmente o incluso exclusivamente en vez de la arena silíceo como relleno. Para reducir el riesgo de eflorescencia, es de mucha ayuda el uso de agentes hidrofóbicos y pueden adicionalmente ser añadidas microsílicas.

3.5. Situación de los Morteros Secos en el Perú

3.5.1. Aspecto Económico

En el Perú, la producción industrial de morteros secos es muy reciente (aproximadamente 8-10 años atrás). Tomando como referencia las aplicaciones tratadas en el punto 3.4. Principales Aplicaciones de los Morteros Secos, algunos de los principales productores peruanos de morteros secos industriales son:

- Morteros para Asentamiento de Ladrillos y Morteros para Tarrajeo: Firth Industries Perú S.A. y La Viga S.A.
- Pegamento para Mayólicas y Morteros para Juntas (Fraguas): Chem Masters del Perú S.A., Novafonte del Perú S.A. (Cerámica Lima S.A.) y Sika Perú S.A.^V

La participación de los morteros secos producidos industrialmente en obras de construcción, mayormente en las pequeñas, para el caso de los morteros de asentamiento de ladrillos y morteros para tarrajeo, es todavía muy incipiente (en ambos casos, aproximadamente 5%); y la utilización de pegamentos para mayólicas es de aproximadamente 90% para porcelanato y 20% para cerámicos, mientras que los morteros para juntas (fraguas) son empleados en un 95%, aproximadamente.

La razón principal por la que los morteros secos producidos industrialmente no tienen mayor participación es porque son productos con un costo mayor al de los morteros preparados en obra.

Por ejemplo, un mortero preparado en obra para ser aplicado en tarrajeo, normalmente tiene una dosificación aproximada de 1:5 (cemento:arena). Tomando una base aproximada de 40 kg. de mortero y considerando solamente los costos del cemento y la arena (ver Tabla 6), el mortero preparado en obra tiene un costo aproximado de S/. 3,36 vs. el costo de S/. 7,50 del mortero seco industrial para tarrajeo.

^V Fuente: Tiendas de Grandes Superficies: Ace Home Center, Cassinelli y Sodimac. En el Apéndice C, se incluye información de algunos morteros secos producidos industrialmente por fabricantes nacionales, con algunas características y especificaciones técnicas.

Materiales	Precio Unitario (S/.)
Mortero para Tarrajeo (saco 40 kg.)	7,50
Arena (1 m ³)	22,50
Cemento Portland I (saco 42,5 kg.)	17,00

Tabla 6. Costos de los materiales utilizados en los morteros.

Al comparar solamente los costos de los materiales (cemento, arena) vs. el costo de los morteros secos industriales, éstos últimos resultan no ser tan económicos. Sin embargo, los morteros preparados en la obra de construcción están caracterizados por desperdicio de materiales y elevados costos de producción (empleo de mayor mano de obra y tiempo de producción).

Para comprender las mejoras en eficiencia que se podrían lograr en una obra de construcción, se hace un análisis de los procesos involucrados en el uso de morteros, tanto el preparado in situ como el producido industrialmente (mortero seco).

En la Figura 15 se muestra un flujograma simplificado de los procesos involucrados en el uso del mortero seco producido industrialmente.

En la Figura 16 se muestra un flujograma simplificado de los procesos involucrados en el uso del mortero preparado en obra.

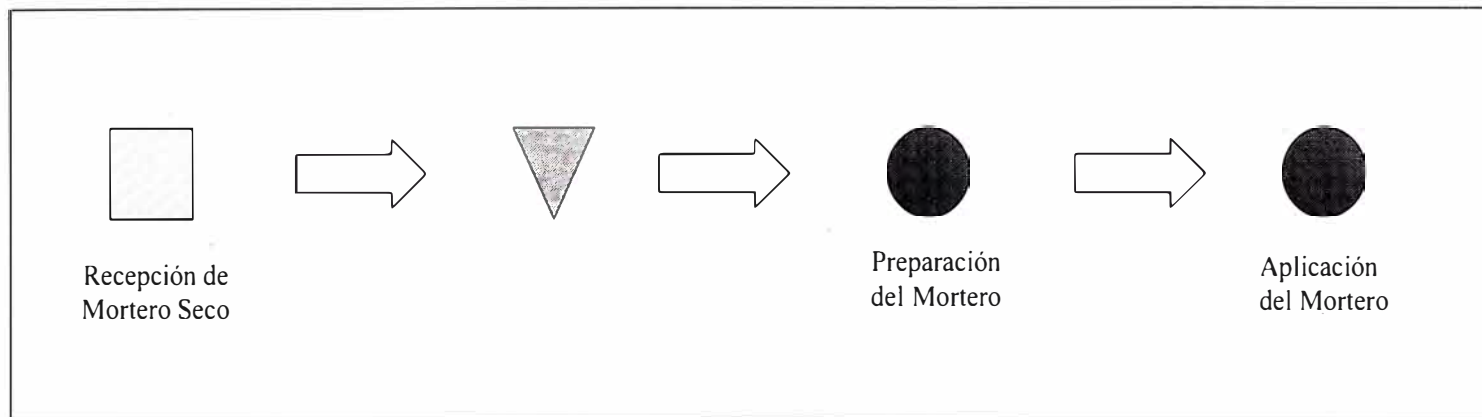
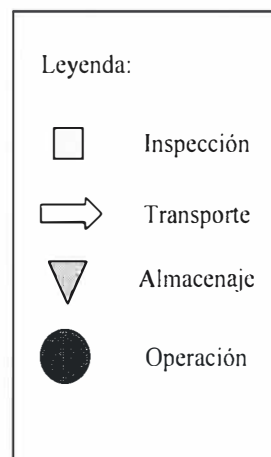


Figura 15. Flujograma de los procesos para mortero seco en saco.



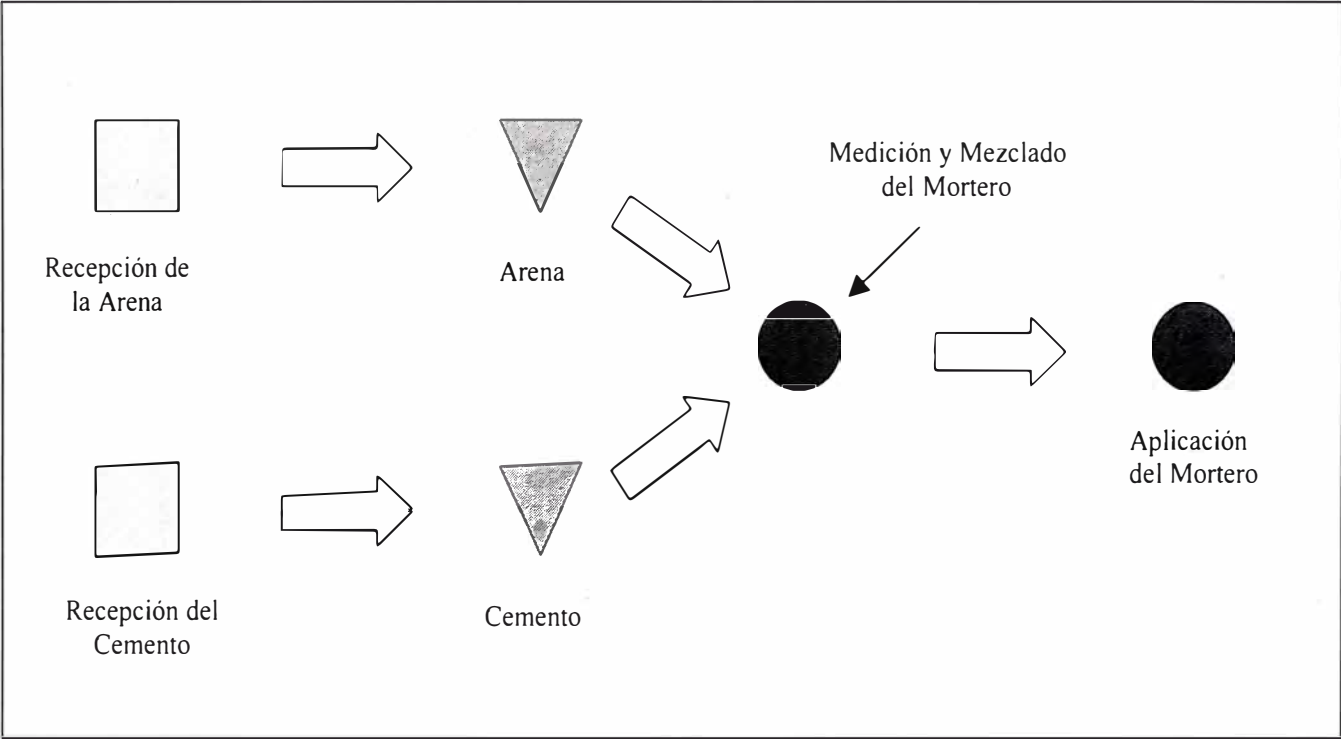


Figura 16. Flujograma de los procesos para mortero preparado en obra

Comparando inicialmente las Figuras 15 y 16, se puede notar que el mortero preparado en obra envuelve un número mayor de procesos, por lo tanto requiere de una demanda mayor de transporte, mayor necesidad de áreas de almacenaje, mayor necesidad de controles y en consecuencia, mayor utilización de mano de obra. Sumando a todo esto la complejidad de la logística inherente a estos procesos, es evidente que la producción de morteros en la obra de construcción no es compatible con los conceptos de racionalización de costos.

A continuación se analiza cada uno de los procesos involucrados en el uso de morteros:

- **Recepción y Descarga de los Materiales**

Los materiales entregados en sacos (cemento y mortero seco) son descargados manualmente.

Los materiales entregados a granel son descargados generalmente por el propio vehículo de entrega. La descarga de arena fuera del área de almacenamiento puede resultar muy onerosa, puesto que puede demandar gran cantidad de mano de obra para su reubicación.

En este caso, el mortero seco producido industrialmente entregado en saco utiliza menor cantidad de mano de obra e induce a menores pérdidas de materiales.

- **Control en la Recepción y Calidad de los Materiales**

Entre las causas de ineficiencias en los servicios de ejecución que utilizan morteros preparados en obra se encuentran la falta de calidad y gran variabilidad de los materiales empleados, los cuales pueden ocasionar diferentes patologías, pérdidas de material, retrabajo, etc. Ésto justificaría realizar el control de la recepción, en cuanto a calidad y cantidad, de los materiales que irán a ser utilizados para preparar el mortero en obra.

Normalmente los controles de recepción se basan en una verificación cuantitativa: cubicaje del camión para la arena a granel y conteo de sacos en el

caso de cemento y de los morteros secos; y en una verificación visual, especialmente para los sacos.

Para los morteros producidos en obras es imprescindible un estudio previo del dosaje a utilizar de cada materia prima (tomando en cuenta las especificaciones de cada material) y esta información debe ser divulgada a todas las personas involucradas, especialmente a los encargados de producción y aprovisionamiento.

En función del uso de diferentes materiales, el mortero preparado en obra necesita de un mayor número de controles comparado con el mortero seco producido industrialmente.

Otra desventaja del mortero preparado en obra es la dificultad en controlar la calidad de la arena utilizada.

- Almacenamiento de los Materiales

El correcto almacenamiento de los materiales evita una serie de problemas, como pérdidas de calidad y pérdidas cuantitativas.

El mortero preparado en obra requiere de mayores áreas y cuidados de almacenamiento de las materias primas, por necesitar materiales en sacos (cemento) y a granel (arena).

Los inventarios de morteros secos industriales son más flexibles, es decir pueden ser manejados con mayor facilidad en la obra (redistribución a los locales de aplicación) que los morteros preparados en obra.

- Local para Preparación del Mortero

La preparación del mortero en obra puede ser de dos formas: centralizada en un local de mezclado, o en locales variables. En este último caso se presentan algunos problemas como control de calidad de los morteros preparados y pérdidas de medición y transporte de los materiales.

Con los morteros secos industriales la preparación en locales variables se ve favorecida, optimizando el transporte de los materiales y la utilización de mano de obra.

- Medición de los Materiales

Una de las mayores ventajas de los morteros secos industriales es que no precisan de medición de materiales, a excepción del agua de mezcla. En el caso de los morteros preparados en obra es necesaria la medición de todos los materiales constituyentes para una correcta dosificación del mismo.

Los elementos más empleados para la medición son las latas (1 pie³), las carretillas (2 pie³) y los boogies (3 pie³).

- Mezclado del Mortero

Se recomienda un mezclado por procesos mecánicos para garantizar una correcta homogeneización del mortero. No es aconsejable el mezclado manual, puesto que no garantiza una correcta homogeneización del mortero, lo que puede comprometer sus propiedades.

Es práctica común hacer el mezclado de los morteros manualmente en bateas.

- Transporte de los Materiales

El transporte empleado es uno de los factores que determina la cantidad de mano de obra a emplear y las pérdidas de materiales. En el caso de los morteros preparados en obra se requiere de un uso mayor de mano de obra para el transporte de los materiales constituyentes, que el empleado en los morteros secos industriales.

De este análisis se puede verificar que con el empleo de morteros secos producidos industrialmente hay un mejor control de gastos, reducción del espacio para almacenamiento, reducción del desperdicio de materiales y una mayor optimización de la mano de obra.

3.5.2. Aspecto Técnico

En el Perú, el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, a través de la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, es el Organismo Peruano de Normalización encargado de la aprobación de las Normas Técnicas Peruanas^{VI}, recomendables para todos los sectores.

Entre las Normas Técnicas Peruanas, no hay normas específicas que regulen la producción industrial de morteros secos ni las características o propiedades que deben cumplir. Sin embargo, existen algunas normas que pueden ser tomadas como referencia. A continuación se detalla el resumen de algunas normas:

- NTP 334.123:2002 (5.a.) : Establece la producción, propiedades, envasado y ensayo de los materiales combinados secos, para hormigón (concreto) y mortero.
- NTP 399.610:2003 (5.b.) : Establece las especificaciones para morteros utilizados en la construcción de obras de albañilería reforzada y no reforzada.
- NTP 334.160:2005 (5.c.) : Establece los requisitos de dos tipos de cemento plástico para su uso en enlucidos de base cemento Portland, para aplicación exterior (estuco) e interior.
- NTP 399.622:2006 (5.d.) : Establece los procedimientos de muestreo y ensayo para determinar la composición de los morteros y sus propiedades en estado fresco y endurecido, antes y durante su utilización en la construcción.
- NTP 334.088:2006 (5.e.) : Establece las especificaciones técnicas de los materiales que se usan como aditivos químicos, en mezclas de hormigón (concreto) de cemento Portland, los cuales se adicionan en la obra (aditivos reductores de agua, aditivos retardadores, aditivos aceleradores)

^{VI} Las Normas Técnicas Peruanas, son documentos de aplicación voluntaria elaboradas por los Comités Técnicos de Normalización. Éstas se basan en el resultado de la experiencia y el desarrollo tecnológico. Son el fruto del consenso entre las partes interesadas e involucradas en el tema a normalizar.

3.5.3. Aspecto Ambiental

En el Perú, la Norma Técnica Peruana NTP 400.050:1999 (5.f.), presenta las directrices para un manejo adecuado de residuos de la actividad de la construcción, las que proporcionarían consideraciones y principios rectores para el desarrollo de dicha actividad y la aplicación de normas específicas; define los tipos de residuos y establece una clasificación de los mismos indicando alternativas de reutilización o reciclaje para cada tipo de residuo; establece bajo las condiciones técnicas y ambientales, las alternativas de reutilización, reciclaje o disposición final de residuos de la actividad de la construcción. Esta norma es aplicable tanto a los morteros preparados en obra como a los morteros secos producidos industrialmente. Sin embargo, esta norma trata de generalidades.

Esta norma (5.f.) recomienda que los criterios de gestión de los residuos de la actividad de la construcción se deben plasmar en la adopción, alternativa o complementaria, de las siguientes medidas según el orden de prioridad indicado:

- 1) La minimización de los volúmenes y las características de peligrosidad de los residuos de la actividad de la construcción.
- 2) El aprovechamiento de los residuos generados mediante prácticas de reutilización y reciclaje (debe procurarse que los materiales recuperados de los residuos de la actividad de la construcción resulten con las mismas o similares características de los materiales de origen).
- 3) La disposición final sanitaria y ambientalmente adecuada de los residuos generados, previo tratamiento cuando éste sea requerido.

Se debe actuar en el campo de la prevención. Una buena estrategia de minimización redundará en la menor necesidad de invertir recursos y tiempo en la segunda y tercera opción indicadas, siendo la tercera opción la menos deseable.

Una buena gestión beneficiará tanto a la empresa (ahorro en materiales naturales de construcción, ahorro en gasto de transporte de materiales que ya no se necesitan, reducción de los costos de disposición final, mejora de la imagen) como a la sociedad (reducción de riesgos a la salud y al ambiente, uso eficiente

de los recursos naturales, reducción de las necesidades de rellenos sanitarios para disposición final).

Con el empleo de morteros secos (donde reemplacen a los morteros preparados en obra), se eliminarían los siguientes excedentes de obra: cemento, arena, aditivos, concreto sobrante.

Tampoco existe una Norma Técnica Peruana que regule la fabricación de los morteros secos industriales desde un punto de vista ambiental. A continuación se dan unos lineamientos^{VII} que pueden ser útiles para las empresas nacionales que producen y ensacan morteros secos:

1) Almacenamiento y Manejo de Materiales

Las áreas de almacenamiento de materias primas deben estar protegidas del viento y la lluvia.

Se deben utilizar camiones (vagones) cerrados para la entrega de materiales polvorientos, polvos y agregados.

Si se transfieren materiales en polvo a silos de almacenamiento utilizando aire comprimido como medio transportador, se debe tener cuidado de que el silo no se presurice, pues podría producirse una ruptura.

Almacenar todos los materiales polvorientos o potencialmente polvorientos en contenedores cerrados. El cemento a granel debe ser almacenado en silos cerrados.

2) Emisiones

Las principales emisiones al aire son material particulado en forma de polvo. Las fuentes de polvo son la descarga de las materias primas (principalmente arena y cemento), la transferencia de las materias primas a las tolvas, el mezclado, el almacenamiento y el ensacado.

^{VII} Se tomó como referencia los lineamientos recomendados por NetRegs (una asociación entre reguladores ambientales del Reino Unido). <http://www.netregs.gov.uk/netregs/>

Los procesos de secado (por ejemplo, de la arena) producirán emisión de productos de combustión y vapor de agua.

Algunas recomendaciones son:

- Mantener un alto estándar de limpieza de la fábrica
- Ubicar los inventarios de materia prima y producto terminado lo más alejado de propiedades residenciales (en lo posible).
- Proteger los inventarios de la acción del viento, ya sea cubriéndolos o utilizando otro método de contención.
- Usar técnicas de supresión de polvo, tales como rociadores de agua, en áreas de la fábrica donde se formen nubes de polvo.
- Utilizar camiones cubiertos para minimizar el levantamiento de polvo de la carga cuando éstos salgan de la fábrica.

3) Ruido

Algunas recomendaciones son:

- Monitorear los niveles de ruido de la planta, mientras esté en funcionamiento y cuando esté parada, para tener una idea del impacto que puede tener la planta en la comunidad circundante y el ambiente.
- Restringir los despachos a horas diurnas de trabajo.
- Considerar el uso de un sistema de Mantenimiento de Planta Preventivo. Una planta y equipo bien mantenidos, harán menos ruido y emitirá menos contaminantes al aire.

4) Agua

Durante el proceso de producción y ensacado de morteros secos no se utiliza agua. Sin embargo, el agua es utilizada para labores de limpieza. Se generan aguas residuales cuando el cemento y otros materiales son lavados durante la limpieza de los equipos.

Cuando el cemento seco se mezcla con agua, se obtiene una corriente de agua altamente alcalina (pH entre 9,5 y 14). Una corriente de agua tan alcalina

es altamente tóxica para la vida acuática y no debe permitirse su ingreso al desagüe.

En vez de lavar el área, se recomienda en lo posible, barrer el área y disponer de los residuos de una manera legal y ambientalmente apropiada.

5) Desperdicios

Algunas recomendaciones son:

- Almacenar todos los desperdicios polvorientos o potencialmente polvorientos en contenedores cerrados.
- Reciclar, en lo posible, los residuos dentro de la producción.
- Identificar los tipos de residuos que se puedan generar durante la producción.
- Almacenar los residuos en áreas especialmente designadas.

6) Embalaje

Algunas recomendaciones son:

- Utilizar el embalaje mínimo necesario para la seguridad, higiene y aceptación del consumidor.
- Utilizar, en lo posible, embalaje que pueda ser reusado, reciclado o recuperado.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los morteros secos pueden ser producidos con características propias bien definidas y que satisfacen los requerimientos de aplicaciones específicas.

El uso de morteros secos pre-mezclados y pre-empacados no solamente incrementa significativamente la productividad y performance de producción en los sitios de construcción, sino que también garantiza un alto grado de seguridad en la aplicación y confiabilidad en evitar los errores de mezclado in situ.

Los morteros secos pre-empacados producidos industrialmente en fábricas aseguran que los ligantes, agregados y aditivos de alta y constante calidad son mezclados exactamente en la misma proporción, por lo tanto aseguran un consistente y alto nivel de calidad de los morteros secos.

El uso de morteros secos producidos industrialmente tiene gran influencia en los sitios de construcción en lo que se refiere al montaje de los elementos de albañilería y revoco.

El uso de morteros secos industriales significa una ventaja de costo en el sitio de construcción comparada con la tecnología de mezclado in situ. Por ejemplo, se tiene una reducción de la gestión y recepción de pedidos (cementos, arenas, pigmentos, etc.).

Los morteros secos industriales pueden ser despachados a granel, en silos o en sacos, lo que es una garantía de la calidad del producto versus la práctica de mezclado in situ, lo que redundaría en una mejor economía de la labor, tiempo y uso de material.

El espacio en los sitios de construcción es limitado, especialmente en zonas urbanas. El sistema de silos permite almacenar verticalmente los

productos (morteros secos industriales) en un área limitada de terreno con protección del producto a la intemperie (protección del material ante agentes externos). El traslado del producto a diferentes ubicaciones en el sitio de construcción (incluyendo niveles elevados) puede lograrse mediante el uso de bombas neumáticas y sistemas de mezclado.

El almacenamiento en el sitio de construcción, ya sea en sacos, silos o a granel, reduce el manipuleo y reduce también los desperdicios en comparación con las antiguas prácticas de mezclado o tecnología de mezclado in situ, y asimismo, también mejora la limpieza (no ensuciamiento por volatilidad de arenas, polvos, etc.).

En comparación con los morteros mezclados in situ, los morteros secos industriales no solamente dan la seguridad y facilidad de uso, sino que también da la conformidad de un producto que cumple con la demanda cambiante de la industria de la construcción.

Los morteros secos producidos industrialmente se encuentran en el sitio de construcción cuando son necesitados, cumpliendo el principio de “justo a tiempo”.

Actualmente en el Perú no existen normas que regulen la fabricación industrial de morteros secos para asegurar que éstos cumplan con los requerimientos esenciales en lo que a materiales de construcción se refiere, tales como: resistencia mecánica y estabilidad; salud, seguridad y medio ambiente; seguridad para el usuario; etc. Se puede tomar como referencia las normas europeas – EN (ver Apéndice A) y en algunos casos también las normas de otros países de Sudamérica, tales como las de la ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brasil).

Sería recomendable que las partes involucradas (privadas y públicas) discutan la necesidad de contar con normas propias adecuadas a nuestro mercado, a fin de que nuestra actual creciente industria de la construcción tenga acceso a morteros de alta calidad, que sean seguros y confiables.

Las empresas constructoras no solamente deben comparar los costos de los materiales (arena, cemento, cal) utilizados en el mortero preparado en obra vs. el costo del mortero seco producido industrialmente, sino que deben realizar un análisis más profundo para validar las mejoras en eficiencia que se pueden lograr en los diversos procesos involucrados en el uso de los morteros, que comprenden desde la recepción de los materiales hasta la aplicación del mortero y asimismo, como varía la productividad y el costo de mano de obra.

V. BIBLIOGRAFÍA

1. Bayer, R. ; Lutz, H.
“Dry Mortars” from Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry.
2003. Páginas: 1 – 19.
2. European Mortar Industry Organization (EMO).
“Technical Dictionary of European Mortars”.
2000. 2da. Edición. Páginas: 1 – 38.
3. Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero – AFAM /España.
“Morteros. Guía General”.
2003. Páginas: 7, 10 – 11, 17, 20 – 31, 37, 41
4. Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas
(CIDEPINT) /Argentina.
Caprari, J.
“El Pintado del Concreto y la Madera”.
Páginas: 2 – 3
5. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la
Propiedad Intelectual – INDECOPI
Centro de Información y Documentación
 - a. NTP 334.123:2002 – CEMENTOS. Especificación normalizada para
materiales combinados, secos y envasados para mortero y hormigón
(concreto).
 - b. NTP 399.610:2003 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.
Especificación normalizada para morteros.
 - c. NTP 334.160:2005 – CEMENTOS. Cemento plástico (cemento para
morteros de revestimiento en albañilería – estuco). Requisitos.

- d. NTP 399.622:2006 – UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para evaluación de morteros de albañilería, antes y durante la construcción.
 - e. NTP 334.088:2006 – CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones. 2da edición.
 - f. NTP 400.050:1999 MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN. Generalidades.
6. European Mortar Industry Organization (EMO).
“European Norms on designed Mortars”.
2003. Páginas: 1 – 4.

VI. APÉNDICES

APÉNDICE A

EUROPEAN NORMS ON DESIGNED MORTARS (6)

1) Masonry, rendering and plastering mortars

Reference	Title
EN 998-1	Definitions and specifications for mortar for masonry - Rendering and plastering mortars.
EN 998-2	Definitions and specifications for mortar for masonry - Bedding and pointing mortars for masonry.
EN 1015-1	Methods of test for mortar for masonry - Determination of particle size distribution by sieve analysis.
EN 1015-2	Methods of test for mortar for masonry - Bulk sampling of mortars and preparation of mortars.
EN 1015-3	Methods of test for mortar for masonry - Determination of consistence of fresh mortar by flow table.
EN 1015-6	Methods of test for mortar for masonry - Determination of bulk density of fresh mortar.
EN 1015-7	Methods of test for mortar for masonry - Determination of air content of fresh mortar.
EN 1015-8	Methods of test for mortar for masonry - Determination of water retentivity of fresh mortar.
EN 1015-9	Methods of test for mortar for masonry - Determination of workable life and correction time of fresh mortar.
EN 1015-10	Methods of test for mortar for masonry - Determination of dry bulk density of hardened mortar.
EN 1015-11	Methods of test for mortar for masonry - Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar.
EN 1015-12	Methods of test for mortar for masonry - Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates.
EN 1015-14	Methods of test for mortar for masonry - Determination of durability by sulphate resistance of masonry mortar.
EN 1015-17	Methods of test for mortar for masonry - Determination of water soluble chloride content of fresh mortar.
EN 1015-18	Methods of test for mortar for masonry - Determination of water absorption coefficient due to capillary action.
EN 1015-19	Methods of test for mortar for masonry - Determination for water vapour permeability of hardened rendering and plastering mortars.
EN 1015-21	Test methods for One-Coat rendering mortars - Compatibility with backgrounds through assessment of adhesive strength and water permeability after conditionings.
EN 1745	Masonry and masonry products - Methods of determining design thermal values.

Reference	Title
EN 12860	Gypsum based adhesives for gypsum blocks - Definitions, requirements and test methods.
EN 13279-1	Gypsum binders and gypsum plasters - Part 1 - Definitions and requirements.
EN 13279-2	Gypsum binders and gypsum plasters - Part 2 - Test methods.
EN 13501-1	Fire classification of construction products - Classification using test data from reaction to fire tests.
EN 14496	Gypsum based adhesives for composite panels and plasterboards - Definitions, requirements and test methods.
EN 13963	Jointing mortars for gypsum plasterboards - Definitions, requirements and test methods.

2) Tile fixing mortars

Reference	Title
EN 12004	Adhesives for tiles - Definitions and specifications.
EN 1308	Adhesives for tiles - Determination of slip resistance.
EN 1323	Adhesives for tiles - Concrete slab for tests.
EN 1324	Adhesives for tiles - Determination of shear adhesion strength of dispersion adhesives.
EN 1346	Adhesives for tiles - Determination of open time.
EN 1347	Adhesives for tiles - Determination of wetting capability.
EN 1348	Adhesives for tiles - Determination of tensile adhesion strength for cementitious adhesives.
EN 12002	Adhesives and grouts for tiles - Determination of transverse deformation for cementitious adhesives and grouts.
EN 12003	Adhesives for tiles - Determination of shear adhesion strength of reaction resin adhesives.
EN 12808-1	Adhesives and grouts for tiles - Determination of chemical resistance of reaction resin mortars.
EN 13888	Grouts for tiles - Definitions and specifications.
EN 12808-2	Grouts for tiles - Determination of resistance to abrasion.
EN 12808-3	Grouts for tiles - Determination of shrinkage.
EN 12808-4	Grouts for tiles - Determination of flexural and compressive strength.
EN 12808-5	Grouts for tiles - Determination of water absorption.
EN 1067	Adhesives - Examination and sampling for testing.

APÉNDICE B

“DICCIONARIO TÉCNICO DE LOS MORTEROS EUROPEOS”

1. DEFINICIONES GENERALES

Mortero

Mezcla de uno o más ligantes orgánicos ó inorgánicos, áridos, cargas finas, adiciones y/o aditivos.

Mortero diseñado

Mortero en el que el fabricante define su composición y método de fabricación con objeto de obtener unas propiedades específicas.
(Concepto de prestaciones). (EN 998)

Mortero de receta

Mortero realizado en proporciones determinadas con anterioridad y cuyas propiedades se obtienen de la proporción de los constituyentes.
(Concepto de receta).
(EN 998)

Mortero Industrial

Mortero dosificado y mezclado en fábrica.
Puede ser “seco”, requiriendo tan sólo la adición de agua, o “fresco”, ya amasado, que se suministra listo al uso.

Mortero Industrial semi-acabado

Mortero pre-dosificado, modificado en obra.

Mortero pre-dosificado

Constituyentes dosificados en fábrica y suministrados a obra donde se mezclan según instrucciones y condiciones del fabricante (ej. mortero multisilo).

Mortero pre-mezclado

Constituyentes dosificados y mezclados en fábrica, suministrados a obra donde se añaden otros constituyentes que especifica o suministra el fabricante (ej. cemento).

1. GENERAL DEFINITIONS

Mortar

A mix of one or more inorganic or organic binders, aggregates, fillers, additives and/or admixtures.

Designed mortar

A mortar whose composition and manufacturing method is chosen by the producer in order to achieve specified properties.
(Performance concept). (EN 998)

Prescribed mortar

A mortar made in pre-determined proportions, the properties of which are assumed from the stated proportion of the constituents.
(Recipe concept).
(EN 998)

Factory-made mortar

A mortar batched and mixed in a factory. It may be “dry”, which is ready mixed only requiring the addition of water, or “wet”, which is supplied ready to use.

Semi-finished factory-made mortar

Prebatched mortar or premixed lime-sandmortar.

Prebatched mortar

Constituents batched in a factory, supplied to the building site and mixed there according to the manufacturer’s specification and conditions. (e.g. multi silo mortar).

Premixed lime-sand-mortar

Constituents batched and mixed in a factory, supplied to the building site where further constituents specified or provided by the factory are added (e.g. cement).

Mortero de obra

Mortero compuesto por constituyentes primarios (ej. ligante, áridos, agua) dosificados y mezclados a pie de obra.

Mortero de uso general

Mortero que satisface requisitos generales sin presentar características especiales.

Puede ser producido como mortero de receta y/o diseñado. (EN 998-1)

Mortero fresco

Mortero dosificado, mezclado y amasado, listo al uso.

Mortero ligero

Mortero diseñado cuya densidad una vez endurecido es menor de 1.400 kg/m³.
(EN 998)

Mortero coloreado

Mortero especialmente pigmentado para una función decorativa.

Mortero multicomponente

Mortero que se presenta con componentes predosificados (ej. polvo+líquido) para mezclar en obra.

Mortero hidráulico

Mortero que contiene un ligante mineral que endurece con el agua.

Mortero en dispersión

Mortero de ligante(s) orgánico(s) en forma de polímero en dispersión acuosa, con aditivos orgánicos, áridos minerales y/o cargas finas.

Mezcla lista al uso.

Mortero de resina reactiva

Mezcla de resinas sintéticas, cargas finas y/o áridos minerales y aditivos orgánicos que endurecen por reacción química. (EN 12004)

Los componentes predosificados se envasan listos para mezclar.

Site-made mortar

A mortar composed of primary constituents (e.g. binder, aggregates, water) batched and mixed on the building site.

General purpose mortar

A mortar which satisfies general requirements, but is without special characteristics.

It can be produced as prescribed and/or designed mortar. (EN 998-1)

Fresh mortar

A mortar completely mixed and ready to use.

Lightweight mortar

A designed mortar with a dry density below 1.400 kg/m³.
(EN 998)

Coloured mortar

A mortar specially coloured with a decorative function.

Multi-component mortar

A mortar with separate pre-batched components (eg. powder + liquid) to be mixed together on site.

Hydraulic mortar

A mortar containing a mineral hydraulic binder which hardens with water.

Dispersion based mortar

A mixture of organic binding agent(s) in the form of an aqueous polymer dispersion, organic additives and mineral aggregates and/or extenders.

The mixture is ready to use.

Reaction resin mortar

A mixture of synthetic resin, mineral extenders and/or aggregates and organic additives which hardens by chemical reaction. (EN 12004)

The pre-batched components are packed ready to mix together.

Recrecido

Capa de mortero realizada in situ, directamente sobre un soporte, adherido o flotante, o sobre una capa intermedia aislante o separadora, para obtener uno ó más propósitos: obtener un determinado nivel, servir de base para el acabado final o constituir la superficie de acabado. (EN 13318)

Recrecido autonivelante

Recrecido ejecutado aprovechando las propiedades autonivelantes de un mortero. (EN 13318)

Sofito

Plano inferior del saliente de una cornisa o de otro cuerpo voladizo de un edificio. (EN 13499)

Soporte

Superficie en la que se aplica el mortero (con recubrimientos orgánicos o minerales o pinturas).

Sistema de revoco/enlucido

Secuencia de capas para aplicar en un substrato que pueden ser usadas conjuntamente con un soporte y/o refuerzo y/o pretratamiento. (EN 998-1)

Capa de revoco/enlucido

Capa aplicada en una o más pasadas con la misma mezcla, con la pasada anterior a ún no endurecida (ej. fresco sobre fresco). (EN 998-1)

Capa inferior

Es la capa intermediaria de un sistema multicapa. (EN 998-1)

Capa final

Es la última capa de un sistema multicapa. (EN 998-1)

Screed

Layer of mortar laid in situ, directly onto a base, bonded or unbonded, or onto an intermediate layer or insulation layer, to obtain one or more purposes: to obtain a defined level, to carry the final flooring and/or to provide a wearing surface. (EN 13318)

Flowing screed

Screed made with self-levelling properties of a flooring mortar. (EN 13318)

Soffit

The exposed horizontal undersurface of a part of a building. (EN 13499)

Substrate

Surface to which the mortar (mineral or organic renders or paint coatings) is applied.

Rendering/plastering system

A sequence of coats to be applied to a substrate which can be possibly used in conjunction with a support and/or reinforcement and/or a pretreatment. (EN 998-1)

Render/plaster coat

A layer applied in one or more operations or passes with the same mix, with the previous pass not being allowed to set before the next one is made (i.e. fresh on fresh). (EN 998-1)

Undercoat

The lower coat (or coats) of a system. (EN 998-1)

Final coat

The final coat of a multicoat rendering or plastering system. (EN 998-1)

Eflorescencia

Cristalización de sales en la superficie de un mortero.
(EN 13318)

Puenteo de fisuras

Capacidad de un mortero de cubrir fisuras, dinámicas o estáticas.
(EN 13318)

Resistencia al deslizamiento

Capacidad de la superficie de un suelo para proporcionar fricción, y así evitar el deslizamiento del tráfico a pie o rodado.
(EN 13318)

2. TIPOS DE MORTERO**Mortero mineral de revoco / enlucido**

Mezcla de uno o más ligantes inorgánicos, áridos y, eventualmente aditivos y/o adiciones, usada para revoco externo o enlucido interno.
(EN 998-1)

Revoco/enlucido polimérico

Mortero de revoco/enlucido en el que el principal ligante es un polímero.

Revoco/enlucido a base de silicato

Revoco/enlucido mineral en el que el principal ligante es un silicato alcalino.
Solidifica por evaporación del agua y endurece bajo la acción del dióxido de carbono del aire.

Puente de unión

Mortero utilizado en un sistema multicapa para conseguir una primera capa de adherencia.
Habitualmente se aplica en capa fina.

Efflorescence

Crystallization of salts on the surface of a mortar.
(EN 13318)

Crack bridging

Capacity of a mortar to cover dynamic or static cracks.
(EN 13318)

Slipperiness

Capacity of a floor wearing surface to provide friction to resist slipping by foot or wheeled traffic.
(EN 13318)

2. TYPES OF MORTARS**Mineral rendering/plastering mortar**

A mix of one or more inorganic binders, aggregates, and sometimes admixtures and/or additives used as external renders or internal plasters.
(EN 998-1)

Polymer render/plaster

Render/plaster with polymer as the principle binder.

Silicate render/plaster

Mineral render/plaster with potassium silicate as the principal binder.
It hardens by evaporation of the water and solidifies under the action of carbon dioxide from the air.

Bonding mortar

A mortar to produce a first bonding coat in a "multicoat" system.
It is usually applied in a thin coat.

Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE)

Sistema aplicado en obra, de productos industriales que comprende como mínimo: mortero adhesivo y/o mecanismos de anclaje mecánico, material de aislamiento térmico, una o más capas de mortero base, armadura de refuerzo y capa de acabado. Los componentes son indisociables.
(EN 13499+13500)

Mortero base

La capa o capas intermediaria(s) de un sistema multicapa.
Normalmente se cubren con una capa de acabado
(EN 998-1).

Mortero base de un SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior)

Capa aplicada directamente sobre el soporte o el material de aislamiento térmico. Tiene embebida la armadura.
El mortero base proporciona la mayoría de las propiedades mecánicas del sistema
(EN 13499+13500)

Mortero de acabado (por SATE)

Mortero formado por materiales minerales, orgánicos y/o inorgánicos, que constituye la capa final de un sistema
(EN 13499+13500)

Mortero de revestimiento orgánico

Mortero coloreado en dispersión para la protección y decoración de superficies verticales.

Mortero de revestimiento mineral

Mortero industrial coloreado, en base a ligantes minerales (cemento, cal, yeso,...), para el acabado, protección y decoración de superficies verticales.

External thermal insulation composite systems (ETICS)

An on site applied system of factory made products, comprising, as a minimum, adhesive mortar and/or mechanical fixing devices, thermal insulation material, one or more layers of a base coat, reinforcement, finishing coat. The components are inseparable.
(EN 13499+13500)

Undercoat mortar

The lower coat(s) of a rendering/plastering "multi-coat" system.
It is normally covered with a final coat.
(EN 998-1).

Basecoat mortar for ETICS

Layer applied directly onto the background / the thermal insulation material.
It contains the reinforcement. The basecoat provides most of the mechanical properties of the system.
(EN 13499+13500)

Finishing mortar for ETICS

A mortar consisting of mineral, organic and/or inorganic materials forming the final coat of a system.
(EN 13499+13500)

Polymer-based coating

A coloured polymer-based dispersion mortar for protection and decoration of vertical surfaces.

Mineral coating mortar

A coloured factory-made mortar based on mineral binders (cement, lime, gypsum...) for the protection and decoration of vertical surfaces.

Mortero monocapa

Mortero diseñado para revoco, aplicado en una sola capa, que cumple con todas las funciones (protección frente a la intemperie y decoración) aportadas por un sistema multicapa.

Habitualmente está coloreado.

(EN-998-1)

Mortero de aislamiento térmico

Mortero diseñado con propiedades específicas de aislamiento térmico.

(EN 998-1)

Mortero de saneamiento

Mortero diseñado para utilizar sobre muros con humedades que contengan sales solubles.

(EN 998-1)

Mortero resistentes a la intemperie

Mortero resistente a la penetración del agua de lluvia y que protege al soporte de la intemperie (ej. los morteros de revoco exteriores y los morteros monocapa son resistentes a la intemperie).

Mortero obturador

Mortero para taponar vías de agua.

Normalmente tiene un endurecimiento muy rápido.

Mortero de impermeabilización

Mortero diseñado que impide la penetración de agua al sustrato bajo unas condiciones definidas de presión.

Mortero de albañilería

Mezcla de uno o más ligantes minerales, áridos, adiciones y/o aditivos utilizado para la colocación de elementos de albañilería.

Puede ser para llagas finas o gruesas.

(EN 998-2).

One-coat mortar (Monocouche)

A designed rendering mortar applied in one coat which fulfills both the functions of weatherproofing and decorative appearance of a “multi-coat” system.

It is usually coloured.

(EN 998-1)

Thermal insulating mortar

A designed mortar with specific thermal insulating properties.

(EN 998-1)

Damproofing mortar (renovation mortar)

A designed mortar for use on moist walls containing water soluble salts.

(EN 998-1)

Weatherproofing mortar

A mortar which resists rain penetration and protects the substrate from weather. (e.g. external rendering and one-coat mortars are weatherproof).

Plugging mortar

A mortar to stop water leaks.

Normally very fast setting.

Waterproofing mortar

A designed mortar which prevents water penetration in a substrate, under a stated pressure.

Masonry mortar

A mix of one or more inorganic binders, aggregates, additives and/or admixtures, used for laying masonry units.

It can be a “thick” or “thin” layer.

(EN 998-2)

Mortero para tejar

Mortero para la colocación de tejas y trabajos relacionados.

Mortero de restauración

Mortero diseñado para la reconstitución o reparación de piedra natural.

Mortero para moldeo

Mortero fluido para realizar piezas prefabricadas (con molde).

Utilizado para la fabricación de estatuas, balaustradas, cornisas, adoquines, losas, etc.

Mortero de reparación

Mortero diseñado para la reparación o sustitución de hormigón defectuoso.

Puede ser "estructural" (contribuyendo a la resistencia de la construcción) o no.

(EN 1504-1)

Mortero de alisado

Mortero diseñado para el acabado de un sustrato con la finalidad de obtener una superficie lisa.

Se usa para paredes y techos.

Mortero de nivelación

Mortero diseñado para nivelación de suelos o recrecidos, con la finalidad de obtener una superficie llana y lisa.

Se usa principalmente para suelos en superficies horizontales.

Mortero de recrecido

Mortero para realizar recrecidos en pavimentos.

Mortero de cimentación

Mortero diseñado para la realización de bancadas para maquinaria u otros materiales.

Puede ser a base de cementos o resinas reactivas.

(EN 1504-1)

Roofing mortar

A mortar for fixing and pointing roof tiles and for related works.

Restoration mortar

A designed mortar for the reconstitution or repair of natural stone masonry.

Casting mortar

A fluid mortar for producing pre-cast items.

Used to produce statues, balustrades, cornices, slabs, flagstones etc.

Repair mortar

A designed mortar for repair or replacement of defective concrete.

It can be "structural" (contributing to the strength of the construction) or non-structural.

(EN 1504-1)

Smoothing mortar

A designed mortar for the finishing of a substrate to obtain a plane and smooth surface.

It is used for walls and ceilings.

Levelling mortar

A designed mortar for levelling floors or screeds to obtain a flat and smooth surface.

It is mainly used for flooring on horizontal surfaces.

Screed mortar

A mortar with which to carry out floor screeding.

Bedding mortar

A designed mortar used for grouting to bed machines, etc.

It can be cement or resin based.

(EN 1504-1).

Mortero cola

Una mezcla de ligantes hidráulicos, áridos, agentes poliméricos y otros aditivos orgánicos para adherir materiales.

(EN 12004- Adhesivos para baldosas cerámicas)

Adhesivo en dispersión

Una mezcla de ligantes orgánicos (resinas en dispersión acuosa), áridos, y otros aditivos para adherir materiales.

(EN 12004- Adhesivos para baldosas cerámicas)

Adhesivos de resinas de reacción

Mortero a base de dos componentes reactivos para adherir materiales.

(EN 12004- Adhesivos para baldosas cerámicas)

(EN 1504-1 – Adhesivos estructurales)

Mortero de rejuntado

Mortero para el relleno de las juntas entre elementos de albañilería o cerámica. (EN 13888)

Mortero de capa fina

Mortero de albañilería diseñado para el uso en llagas de espesor entre 1 y 3 mm.

(EN 998-2)

Mortero de pavimentación

Mortero para el adoquinado y enlosado de suelos.

Mortero de anclaje

Mortero para la fijación y anclaje de materiales.

Puede ser de cemento o de resina reactiva.

(EN 1504-1).

Mortero de inyección

Mortero fluido y/o tixotrópico diseñado para el relleno de fisuras o cavidades.

Se aplica por inyección. Puede ser a base de cementos o a base de resinas reactivas. (EN 1504-1)

Cementitious adhesive

A mixture of hydraulic binder(s), aggregates, polymeric agents and other organic additives used to bond materials.

(EN 12004- Adhesives for tile adhesives)

Dispersion adhesive

A polymer-based adhesive used for bonding materials.

(EN 12004- Adhesives for tile adhesives)

Reaction resin adhesive

A two part resin-based mortar used for bonding materials.

(EN 12004- Adhesives for tile adhesives)

(EN 1504-1 – Structural adhesives)

Pointing mortar (or grout)

A mortar to point between masonry units or ceramic tiles.

(EN 13888)

Thin layer masonry mortar

A designed masonry mortar for use in joints between 1 mm and 3 mm thick.

(EN 998-2)

Paving mortar

A mortar laid under paving slabs or blocks.

Anchoring mortar

A designed mortar for fixing and anchoring materials.

It can be cement or reaction resin based.

(EN 1504-1)

Injection mortar

A fluid and/or thixotropic designed mortar to fill cracks or cavities.

Applied by injection under pressure and can be cement or reaction resin based.

(EN 1504-1).

Mortero de gunitado

Mortero seco o semiseco para la aplicación por proyección por vía seca. (Técnica de gunitado)
Utilizado habitualmente para refuerzo y trabajos relacionados.

Mortero de relleno

Mortero fluido utilizado para el relleno de cavidades o huecos entre materiales.

Gunite mortar

A "dry" or "semi dry" mortar for dry spray application. (Gunite technique).
Used for reinforcement and related works.

Grouting mortar

A fluid mortar used for grouting cavities or empty junctions between materials.

3. COMPONENTES Y MATERIALES AUXILIARES**Áridos o cargas**

Materiales que no contribuyen en el proceso de endurecimiento del mortero. (EN 998)

Aditivo

Material orgánico o inorgánico añadido en pequeñas cantidades para modificar las propiedades del mortero en fresco y/o endurecido. (EN 13318, EN 998)

Aridos Duros

Aridos con alta resistencia a la abrasión. (EN 13318)

Aireante

Aditivo que permite incorporar una cantidad controlada de pequeñas burbujas de aire, uniformemente distribuidas, que permanecen aún después de endurecido. (EN 13318)

Adición

Material inorgánico finamente dividido que puede ser añadido al mortero con el fin de obtener o mejorar propiedades específicas. (EN 13318, EN 998)

3. COMPONENTS AND CONSTITUENTS**Aggregate**

Granular material that does not contribute to the hardening reaction of the mortar. (EN 998)

Admixture

Organic or inorganic material added in small quantity to modify the properties of the mortar in the fresh and/or hardened state. (EN 13318, EN 998)

Hard aggregate

Aggregate with high abrasion resistance. (EN 13318)

Air entraining admixture

Admixture that allows a controlled quantity of small, uniformly distributed air bubbles to be incorporated in a mortar and which remain after hardening. (EN 13318)

Additive

A finely divided inorganic material that may be added to mortar in order to improve or achieve special properties. (EN 13318, EN 998)

Superfluidificante

Aditivo que permite una reducción alta de la cantidad de agua de amasado sin modificar la consistencia, ó manteniendo la cantidad de agua incrementa la fluidez del mortero, o produce ambos efectos a la vez.
(EN 13318)

Fluidificante

Aditivo que permite una reducción de la cantidad de agua de amasado sin modificar la consistencia, ó manteniendo la cantidad de agua incrementa la fluidez del mortero, o produce ambos efectos a la vez.
(EN 13318)

Retardante

Componente o aditivo que retrasa el comienzo del fraguado.
(EN 13318)

Refuerzo

Barras, alambres, mallas o fibras añadidas a morteros, o enbebidas en una capa del enlucido o revoco para mejorar sus resistencias mecánicas.
(EN 13318, EN 13500)

Soporte de desolidarización

Material usado para soportar el revoco o enlucido y hacerlo en gran parte independiente del sustrato.

Adhesivo para aislamiento térmico

Material para adherir el aislamiento térmico de un SATE al sustrato.
(EN 13500)

Material de aislamiento térmico

Material que reduce el calor transferido y cuyas propiedades aislantes son debidas a su naturaleza química o su estructura física.
(EN ISO 9229)

Superplasticiser

Admixture which, without affecting the consistency, permits a high reduction in the water content of a mortar, or which, without affecting the water content, increases the flow or which produces both effects simultaneously.
(EN 13318)

Plasticising admixture

Admixture which, without affecting the consistence, permits a reduction in water content of a mortar, or which, without affecting the water content, increases the flow, or which produces both effects simultaneously.
(EN 13318)

Retarder

Admixture for mortar which delays the beginning of hardening.
(EN 13318)

Reinforcement

Bars, wires, meshes or fibres added to mortars or material incorporated within a plaster/render system to improve its mechanical strength.
(EN 13318, EN 13500)

Support

Material used to support the render/plaster so that it is largely independent of the substrate.

Thermal insulation adhesive

Material for bonding the thermal insulation material of an ETICS to the substrate. (EN 13500)

Thermal insulation material

Material which is intended to reduce heat transfer and which derives its insulation properties from its chemical nature and/or its physical structure.
(EN ISO 9229)

Arcilla expandida

Árido ligero usado como aislante térmico, con una estructura celular obtenida por expansión a alta temperatura del mineral arcilloso.
(EN ISO 9229)

Perlita

Árido ligero usado como aislante térmico, fabricado a partir de roca volcánica natural y sometido a altas temperaturas para conseguir su estructura celular.
(EN ISO 9229)

Vermiculita

Árido ligero usado como aislante térmico, obtenido por la expansión o exfoliación a alta temperatura de un material micáceo.
(EN ISO 9229)

Dispositivos de unión mecánica

Dispositivos para fijar los paneles de los aislamientos térmicos (SATE) al sustrato (ej. perfiles o anclajes).
(EN 13499)

Lana mineral

Material de aislamiento con aspecto de lana, fabricado a partir de roca fundida, escoria, vidrio.
(EN ISO 9229)

Fibra de vidrio

Fibra hecha con filamento continuo de vidrio fundido, utilizada normalmente como refuerzo, ya sea en forma de malla o fieltro.
(EN ISO 9229)

Expanded clay

Lightweight granular material used for insulation purposes having a cellular structure formed by expanding clay minerals by heat.
(EN ISO 9229)

Perlite

Lightweight granular material used for insulation purposes manufactured from naturally occurring volcanic rock expanded by heat to form a cellular structure.
(EN ISO 9229)

Vermiculite

Insulation material which results from expanding or exfoliating a natural micaceous mineral by heating.
(EN ISO 9229)

Mechanical fixing devices

Devices for mechanically securing thermal insulation boards of an ETICS to the substrate (e.g. rails or anchors).
(EN 13499)

Mineral wool

Insulation material having a woolly consistency manufactured from molten rock, slag or glass.
(EN ISO 9229)

Glass fibre

Fibre manufactured as continuous filament from molten glass, normally used for reinforcement, tissue or textiles.
(EN ISO 9229)

4. PROPIEDADES DE PUESTA EN OBRA

Son las de los morteros frescos. Los tiempos e intervalos se dan normalmente a unos 20°C.

Generalmente, estos intervalos disminuyen al aumentar la temperatura y aumentan al disminuir esta.

Trabajabilidad

Es el conjunto de las propiedades de puesta en obra de un mortero, que caracterizan su adecuación al uso.

(EN 1015-9)

Aire ocluido

Cantidad de aire contenido en un mortero.

(EN 1015-7)

Consistencia

Es la fluidez del mortero fresco.

(EN 1015-3 – Morteros de albañilería)

(EN 12706 – Morteros de nivelación y recrecido)

Tixotropía

Es la variación de la consistencia de un mortero fresco bajo la acción de una fuerza de agitación.

Autoalisado

Es la capacidad de un mortero fluido en fresco de formar una superficie lisa por sí mismo.

Autonivelado

Es la capacidad de un mortero fresco de extenderse por sí mismo hasta formar una superficie plana.

Capacidad humectante

Aptitud de un mortero fresco de mojar el soporte o un material asociado para facilitar su adherencia.

(EN 1347)

4. WORKING PROPERTIES

These concern fresh mortars. Times and durations are currently given at ~ 20°C. The values given are generally reduced at higher temperature and increased at lower temperature.

Workability

The sum of the application properties of a mortar which give its suitability.

(EN 1015-9)

Air content

The quantity of air included in a mortar.

(EN 1015-7)

Consistency

The fluidity of a fresh mortar.

(EN 1015-3 – Masonry mortars)

(EN 12706 – Floor levelling mortars)

Thixotropy

The change of consistency of a fresh mortar when energy is applied as for example by stirring or shaking.

Self-smoothing

The capacity of a liquid fresh mortar to form a smooth surface itself.

Self-levelling

The capacity of a fresh mortar to spread out naturally to form a flat surface.

Wetting capability

The ability of a fresh mortar to wet the substrate or an associated material to facilitate its adhesion.

(EN 1347)

Tiempo de almacenamiento

Tiempo durante el cual un mortero almacenado en condiciones definidas conserva sus propiedades de puesta en obra.

(EN 12004)

Maduración. Tiempo de reposo.

Intervalo de tiempo entre la preparación del mortero y el momento en que esta listo para el uso.

(EN 12004)

Vida útil

Periodo de tiempo posterior al amasado durante el cual un mortero es utilizable.

(EN 1015-9)

Tiempo abierto

Intervalo máximo de tiempo tras la aplicación en que puede efectuarse el acabado.

(EN 1346 – Adhesivos para baldosas cerámicas)

(EN 12189 Morteros para la reparación del hormigón)

Tiempo de ajuste

Intervalo máximo de tiempo durante el cual se puede corregir la aplicación sin pérdida significativa de propiedades mecánicas (ej. Rectificado de ladrillos o de baldosas después de aplicados.)

(EN 1015-9 - Morteros de albañilería)

(EN 12004 - Adhesivos para baldosas cerámicas)

Tiempo de fraguado

Tiempo a partir del cual el mortero empieza a endurecer.

A partir de este momento el mortero es poco sensible al agua.

(EN 1015-4)

Shelf life

The time of storage under stated conditions during which a mortar may be expected to retain its intended working properties.

(EN 12004)

Maturing time

The interval between the time when a mortar is mixed and the time when it is ready to use.

(EN 12004)

Pot-life (working time)

Period of time during which, after mixing, a mortar remains suitable for use.

(EN 1015-9).

Open time

The maximum time interval for finishing after application of a mortar.

(EN 1346 – Tile adhesives)

(EN 12189 – Concrete repair mortars)

Correction time (adjustability)

The maximum time interval during which adjustment is possible without significant loss of final strength (eg. correction of bricks or tiles after application of the mortar).

(EN 1015-9 – Masonry mortars)

(EN 12004 – Tile adhesives)

Setting time

The time after which the mortar begins to harden.

After this time the mortar is normally stable in the presence of water.

(EN 1015-4)

Endurecimiento

Tiempo que debe transcurrir para que un mortero desarrolle su resistencia .

En la practica se corresponde con el momento en que puede entrar en servicio

Fresco sobre fresco

Cuando se aplica una nueva capa de mortero directamente sobre la anterior antes de que esta haya acabado su fraguado.

(EN 13318)

Compactación

Proceso hecho por medios manuales o mecánicos que aumenta la densidad de un mortero fresco.

(EN 13318)

Retención de agua

Capacidad de un mortero hidráulico fresco de retener el agua de amasado frente a la succión del soporte.

(EN 1015-8)

5. CARACTERISTICAS FINALES (Prestaciones)

Son las del mortero endurecido. Los valores se dan normalmente para las condiciones normalizadas de laboratorio. Los resultados obtenidos en obra pueden ser diferentes debido a la influencia de la puesta en obra.

Durabilidad

Resistencia del mortero a las condiciones químicas, mecánicas y climáticas que asegura sus prestaciones a lo largo de su vida útil.

Porosidad

Relación entre el volumen de poros en el interior del mortero y su volumen total.

(EN 1015-7)

Hardening time

The time during which the mortar develops strength.

This time generally corresponds in practice to the time after which load may be applied to the element.

Monolithic application

Method of application of a new layer of mortar directly onto the preceding one before the latter has finished setting.

(EN 13318)

Compaction

Process of manual or mechanical treatment of fresh mortar which increases its density.

(EN 13318)

Water retentivity

The ability of a fresh hydraulic mortar to retain its mixing water when exposed to substrate suction.

(EN 1015-8)

5. FINAL CHARACTERISTICS (performance)

These concern hardened mortars. The values are normally given for standard laboratory conditions.

The results obtained on site can be different due to application influences.

Durability

The mortar resistance to chemical, mechanical and climatic conditions which comprise its effective life.

Porosity

Ratio between the volume of pores within the mortar and the total volume.

(EN 1015-7)

Capilaridad

Capacidad de un mortero para absorber agua líquida de forma natural (sin aplicarle presión).

No hay relación entre porosidad y capilaridad.

(EN 1015-18-Morteros de albañilería)

(EN 13888 -Morteros para juntas)

Impermeabilidad

Capacidad de un mortero para impedir la penetración de agua en un sustrato, bajo una presión determinada.

Permeabilidad al vapor de agua

Flujo de vapor de agua que pasa a través de un mortero por unidad de superficie y unidad de diferencia de presión de vapor de agua, en condiciones de estacionarias.

(EN 1015-19)

Deformabilidad

Capacidad de un mortero endurecido para deformarse bajo un esfuerzo sin que se destruya su estructura.

Esta característica puede ser evaluada por el módulo de elasticidad medido en condiciones

dinámicas o estáticas.

(ISO 5271 + 2)

Deformación transversal

Deflexión registrada en el centro de una capa de mortero, cuando es sometida a una carga en tres puntos.

(EN 12002-Adhesivos cementosos y morteros para juntas)

Adherencia

La fuerza máxima de ruptura por unidad de superficie de un mortero aplicado sobre un sustrato u otro material asociado, que puede ser medida por aplicación de una fuerza de tracción o cizalladura.

Capillarity

Capacity of a mortar to absorb water not under applied pressure.

There is no relation between porosity and capillarity.

(EN 1015-18 – Masonry mortars)

(EN 13888 – Grouts for tiles)

Impermeability

Resistance of a mortar to penetration of water, under a certain pressure.

Water vapour permeance

Water vapour passing per unit area of mortar, under steady state conditions, per unit difference in water vapour pressure.

(EN 1015-19)

Deformability

Capacity of a hardened mortar to be deformed by stresses without destroying its structure.

This characteristic can be evaluated by the modulus of elasticity which is measured in dynamic or static terms.

(ISO 5271 + 2)

Transverse deformation

Deflection recorded at the center of a mortar, when a beam is subjected to three point loading.

(EN 12002 – Cementitious adhesives and grouts for tiles)

Adhesion strength (bond strength)

The maximum adhesion strength of a mortar applied onto a substrate, which can be determined by shear or tensile strength test.

Resistencia a la tracción

Resistencia de un mortero, determinada por la aplicación de una fuerza de tracción perpendicular a la superficie del mismo.

(EN 1348 – Adhesivos para baldosas cerámicas)

(EN 1015-12 – Morteros de enlucido)

(EN 12636 – Morteros para reparación de hormigón)

Resistencia a la cizalladura

Resistencia determinada por la aplicación de una fuerza ejercitada en paralelo al plano de adherencia

(EN 12004- Adhesivos para baldosas cerámicas)

(EN 12615 – Morteros para reparación de hormigón)

Rotura adhesiva

La rotura se produce en la interfase entre el mortero y el sustrato o material asociado.

El valor equivale a la adherencia.

Rotura cohesiva

Rotura producida dentro de la capa del mortero (*la resistencia del mortero es menor que la del sustrato*) o rotura producida en el sustrato (*la resistencia del mortero es superior a la del sustrato*).

Resistencia a la flexión

Tensión de rotura de un mortero determinada ejerciendo una fuerza de flexión en tres puntos.

(EN 1015-11-Morteros de albañilería)

(EN 13888 - Morteros para juntas)

Resistencia a la compresión

Valor máximo de rotura de un mortero determinado ejerciendo una fuerza de compresión en dos puntos opuestos.

(EN 1015-11-Morteros de albañilería)

(EN 13888 - Morteros para juntas)

Tensile strength

Resistance of a mortar surface, to resist a tensile force, applied perpendicular to the mortar surface.

(EN 1348 – Cementitious adhesives)

(EN 1015-12 – Rendering/plastering mortars)

(EN 12636 – Concrete repair mortars)

Shear strength

Strength determined by a force exerted in parallel.

(EN 1322 – Dispersion and reaction resin adhesives)

(EN 12615 – Concrete repair mortars)

Adhesion failure

Failure occurring at the interface between mortar and substrate or associated material.

The value equals the adhesive strength.

Cohesion failure

Failure occurring within the mortar layer (*where the strength of the mortar is lower than that of the substrate*), or failure occurring in the substrate (*where the strength of the mortar is higher than that of the substrate*).

Flexural strength

Failure stress of a mortar determined by exerting a force in flexure on three points.

(EN 1015-11 – Masonry mortars)

(EN 13888 – Grouts for tiles)

Compressive strength

Maximum value of a mortar failure determined by exerting a force in compression.

(EN 1015-11 – Masonry mortars)

(EN 13888 – Grouts for tiles)

Retracción

Reducción de volumen de un mortero sin soporte, durante su endurecimiento.
(EN 12808-4-Morteros para juntas)

Resistencia a la abrasión

Resistencia de una superficie de mortero endurecido al desgaste por acción mecánica.
(ISO 7784-2)
(EN 12808-2 Morteros para juntas)

Rugosidad

Característica de la textura de la superficie de un mortero.

Dureza superficial

Resistencia de la superficie de un mortero endurecido a la penetración de una bola de acero sometida a una carga.

Conductividad térmica

Valor de la característica térmica λ de un mortero en estado seco.
El valor de λ . Del mortero endurecido está generalmente relacionado con su densidad.
(EN 1745)

Shrinkage

Volume reduction of an unrestrained mortar during hardening.
(EN 12808-4 – Grouts for tiles)

Abrasion resistance

The resistance of a hardened mortar surface to wear by mechanical action.
(ISO 7784-2)
(EN 12808-2 Grouts for tiles)

Roughness

The characteristic of the texture of the mortar surface.

Surface hardness

The resistance of the surface of a hardened mortar to indentation by a loaded steel ball.

Thermal conductivity

The value (λ) of a mortar in the dry state.
The λ -value is related to the density of the hardened mortar.
(EN 1745)

APÉNDICE C

FABRICANTES NACIONALES DE MORTEROS SECOS

1. FIRTH INDUSTRIES PERÚ S.A.



Pared Lista: Es una mezcla dosificada en seco, de arena fina y cemento, lista para incorporarle la cantidad adecuada de agua.

PARED LISTA

CARACTERÍSTICAS

PROPORCIÓN	1:5
Agua por bolsa de 40 kg	8.5 - 9 litros
Bolsas (40 kg) x m ³	46 bolsas

RENDIMIENTO (Tarrajeo de pared)

BOLSAS DE 40 kg	ESPESOR DE TARRAJEO	SUPERFICIE m ²
1	1.5 cm	1.45
1	2.0 cm	1.09
1	0.8 cm	2.7*

* Con Bloque de Concreto Firth

Mortero Fácil: Es una mezcla dosificada en seco, de arena gruesa y cemento, lista para incorporarle la cantidad adecuada de agua.

MORTERO FACIL

CARACTERISTICAS

PROPORCION	1 : 5
Agua por bolsa de 40 kg	5 - 5.5 litros
Bolsas (40 kg) x m3	48 bolsas

RENDIMIENTO (Muro de soga-Ladrillo King Kong 18 huecos)

BOLSAS DE 40 kg	ESPELOR DE JUNTA	SUPERFICIE m2
1	1.5 cm	0.50



MORTERO PARA BLOQUES

CARACTERISTICAS

PROPORCION	1 : 1/2 : 4
Agua por bolsa de 40 kg	7.5 litros
Cal por bolsa de 40 kg	1.5 kg
Bolsas (40 kg) x m3	48 bolsas

RENDIMIENTO (Muro de soga-Bloque de concreto)

BOLSAS DE 40 kg	ESPELOR DE JUNTA	SUPERFICIE m2
1	1 cm	2.4

2. LA VIGA S.A. – QUIKRETE PERÚ S.A.

Supermortero

Es una mezcla de cemento y arena gruesa que cumple los estándares de calidad Quikrete.

Presentaciones

Este producto viene en bolsas de 40 kg.

Aplicaciones

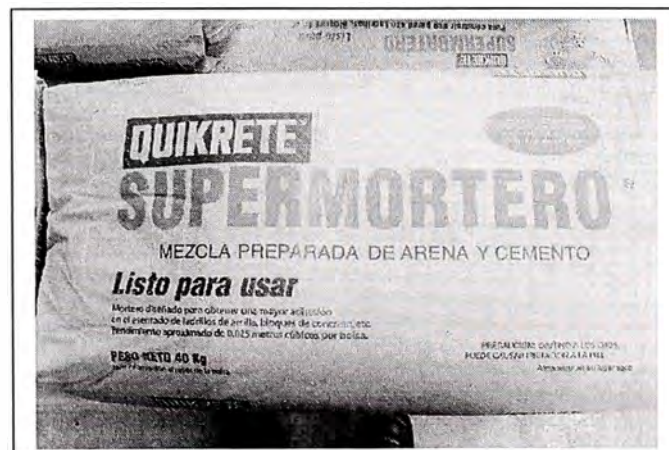
- Está diseñada para lograr una mayor adhesión en el asentado de ladrillos.
- Reparación de paredes y superficies de ladrillo.

Preparación

Preparar Supermortero agregando 6,5 litros de agua potable y limpia por cada bolsa de 40 kg.

Especificaciones Técnicas

- Para asentar 1000 ladrillos King Kong a mano (junta de 1.5 cm.) se utilizan 25 bolsas de 40 kg. de Supermortero.
- Para asentar 1000 ladrillos King Kong a maquina (junta de 1.5 cm.) se utilizan 45 bolsas de 40 kg. de Supermortero.
- Para asentar 1000 ladrillos Pandereta (junta de 1.5 cm.) se utilizan 26 bolsas de 40 kg. de Supermortero.
- Para asentar 1000 ladrillos Pastelero (junta de 1.5 cm.) se utilizan 36 bolsas de 40 kg. de Supermortero.



Tarrajeolisto

Es una mezcla de cemento y arena fina para todo uso con la garantía Quikrete. Tarrajeolisto permite un acabado más resistente que el concreto normal gracias a su mayor contenido de cemento.

Presentaciones

Este producto viene en bolsas de 40 kg.

Aplicaciones

- Recubrimiento de paredes, lo que popularmente se denomina tarrajeo.
- Trabajos donde se necesita concreto en menos de 2" de espesor.

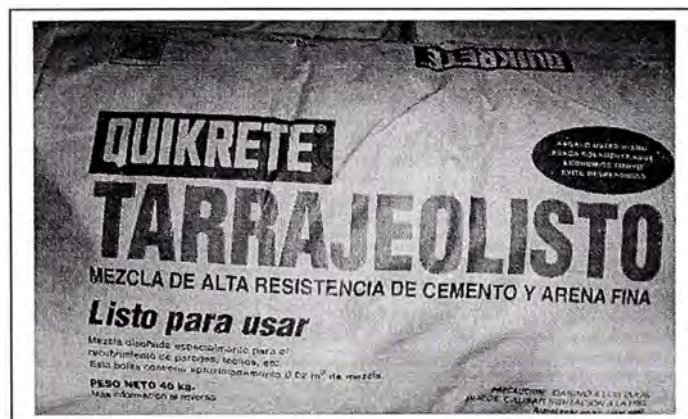
Preparación

Preparar Tarrajeolisto agregando 10 – 12 litros de agua limpia por cada bolsa de 40 kg. (1 metro cúbico = aprox. 50 bolsas).

Especificaciones Técnicas

Una bolsa de 40 kg. de Tarrajeolisto rinde:

- 0.80 metros cuadrados para un tarrajeo de 2.5 cm. de espesor.
- 1 metro cuadrado para un tarrajeo de 2 cm. de espesor.
- 1.12 metros cuadrados para un tarrajeo de 1.8 cm. de espesor.
- 1.34 metros cuadrados para un tarrajeo de 1.5 cm. de espesor.



3. CHEM MASTERS DEL PERÚ S.A.

Chema[®]

ADITIVOS
FRAGUAS Y PEGAMENTOS






Aplicación de los Pegamentos Chema (Según el enchape y la superficie a enchapar)

PEGAMENTO	TIPOS DE SUPERFICIE	ACABADO / ENCHAPE	AMBIENTES
CHEMAYOLIC INTERIORES	Concreto o cemento frotachado, rayado o pulido	Cerámicos, mayólicas	Baños, cocinas, dormitorios, salas y demás áreas en pisos y paredes en interiores.
CHEMAYOLIC Exteriores - Interiores	Concreto o cemento frotachado, rayado o pulido	Cerámicos, mayólicas, mármol, piedra, enchapes tipo kar, porcelanato, pepelma y gres.	En cubiertas exteriores: terrazas al aire libre, fachadas, piscinas, cocheras, zonas de alto tránsito.
CHEMAYOLIC EXTRA FUERTE	Concreto o cemento frotachado, rayado o pulido y sobre enchapes antiguos (cerámicos, losetas, mayólicas, mármol, granito, terrazos y otros)	Cerámicos, mayólicas, mármol, piedra, enchapes tipo kar, porcelanato, pepelma y gres.	Todo lo anterior, además para pegar enchapes nuevos sobre enchapes antiguos sin necesidad de retirarlos.
CHEMAYOLIC BLANCO Extra fuerte	Concreto, cemento frotachado rayado, pulido y sobre enchapes antiguos (cerámicos, losetas, mayólicas, granito, mármol, terrazo y otros) y superficies flexibles (planchas de yeso, dry wall)	Cerámicos, mayólicas, mármol, piedra, enchapes tipo kar, porcelanatos, gres, pepelma y otros.	Todo lo anterior, en cubiertas en exteriores, terrazas al aire libre, fachadas, piscinas, cocheras, zonas de alto tránsito, ideal para casas pre fabricadas.
CHEMAYOLIC EN PASTA	Dry wall, aglomerados Inplay, metal, enchapes antiguos, plástico, tecnopor	Cerámicos, mayólicas, mármol, piedra, enchapes tipo kar, porcelanato, pepelma, gres y vidrio.	Baños cocinas, dormitorios, salas, terrazas y fachadas al aire libre, zonas de alto tránsito, enchapes nuevos sobre antiguos sin necesidad retirarlos. Ideal para casas pre-fabricadas.

Pegamentos

► Chemayolic Interiores

- ❑ Pegamento rendidor que permite el pegado fácil de cerámicos y mayólicas en paredes y pisos en ambientes interiores.
- ❑ No requiere remojar los cerámicos previamente.
- ❑ Genera un ahorro en mano de obra y tiempo de instalación.
- ❑ Le confiere resistencia y durabilidad a las piezas enchapadas.

Presentación: Bolsas de 10 kg. y 25 kg.
Rendimiento: 3.0 a 3.5 m² por bolsa de 10 kg.
7.5 a 8.5 m² por bolsa de 25 kg.



► Chemayolic Blanco Flexible

- ❑ Pegamento blanco flexible y extrafuerte de alta calidad para enchapes finos y delicados especialmente de colores claros.
- ❑ Permite enchapar sobre superficies rígidas (cemento) o flexibles (planchas de yeso "dry wall").
- ❑ Ideal para mármol, porcelanato, pepelma, blocks de vidrio, cerámicos, mayólicas, además de acherir las piezas sobre enchapes antiguos sin necesidad de retirarlos.
- ❑ Usos: en terrazas, piscinas, enchapes en fachadas, saunas, frigoríficos y otros ambientes para interiores y exteriores.

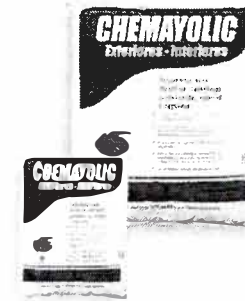
Presentación: Bolsas de 25 Kg.
Rendimiento: De 7.5 a 8.5 m² por bolsa de 25 Kg.



► Chemayolic Exteriores - Interiores

- ❑ Pegamento de calidad, permite el pegado rápido y fácil de enchapes cerámicos, porcelanato, mármol, piedra, enchape tipo kar, pepelma, gres y otros sobre cemento (lisos o pulidos) en Interiores y exteriores.
- ❑ No requiere remojar las piezas a enchapar previamente.
- ❑ Genera un ahorro en mano de obra y tiempo de instalación.
- ❑ Le confiere resistencia y durabilidad a las piezas enchapadas.

Presentación: Bolsas de 10 Kg y 25 kg.
Rendimiento: 3.0 a 3.5 m² por bolsa de 10 kg.
7.5 a 8.5 m² por bolsa de 25 kg.



► Chemayolic Extrafuerte

- ❑ Pegamento de alta calidad y performance para Interiores y exteriores.
- ❑ Ideal para remodelaciones permite enchapar mayólica, cerámico, porcelanato, pepelma y otros sobre enchapes antiguos, sin necesidad de retirarlos ni usar "primers".
- ❑ Usos: en terrazas, piscinas, en fachadas, saunas, frigoríficos entre otros.
- ❑ Facilita el trabajo y evita la suciedad.
- ❑ No requiere remojar las piezas a enchapar previamente.
- ❑ Genera un ahorro en mano de obra y tiempo de instalación.
- ❑ Le confiere resistencia y durabilidad a las piezas enchapadas.

Presentación: Bolsas de 10 y 25 Kg.
Rendimiento: 3.0 a 3.5 m² por bolsa de 10 kg.
7.5 a 8.5 m² por bolsa de 25 kg.



Fraguas

► Super Porcelana Chema

- ❑ Fragua de calidad altamente impermeable, de colores intensos y firmes.
- ❑ Ideal para sellar juntas entre mayólicas y cerámicos en pisos y paredes en baños, cocinas, piscinas, terrazas, centros comerciales y otros.
- ❑ Muy resistente al desgaste y a la formación de hongos.

Colores: Mas de 40 colores.
Presentación: Bolsas de 1 Kg.
Rendimiento: 3 m² por 1 Kg.



► Porcelana Especial

- ❑ Fragua super impermeable.
- ❑ Ideal para piscinas, duchas, fuentes, piletas.
- ❑ Es resistentes a los ácidos y alcalis ligeros.
- ❑ Colores Firmes.

Colores: Agua Marina, Celeste y Blanco.
Presentación: Bolsa de 5 kg.
Rendimiento: 15 m² por bolsa



4. NOVAFONTE DEL PERÚ S.A. CERÁMICA LIMA S.A.

Pegamentos y Fraguas



Excelente Adherencia, Variedad y la Calidad que Ud conoce

Pegamentos y Fraguas





PEGAMENTO EN POLVO BLANCO
Bolsa 25kg.



PEGAMENTO BLANCO FLEXIBLE
Bolsa 25kg.



PEGAMENTO EN POLVO GRIS
Bolsa 25kg. y 5kg.



FRAGUA
Bolsa 5kg. y 1kg.



PRIMER ACRILICO
Galonera 4lts. y 2lts.



IMPERMEABILIZANTE
Balde 4lts.



PEGAMENTO EN PASTA
Bde 12kg. y 6kg.



COLORES DE FRAGUA CELIMA

MARRÓN	TERRACOTA	CREPUSCULO	CUERO	DUNA	BEIGE	HUESO	MARFIL	RUBI	CIENFUA	CORAL	PAISAJE
QUARZO	CELESTE	AZUL	AZUL MARINO								

Pegamentos y Fraguas





PEGAMENTO EN POLVO
Bolsa 25kg. y 5kg.



FRAGUA
Bolsa 5kg. y 3/4kg.

COLORES DE FRAGUA NOVACEL

VERDE PASTEL	MADERA	BONE
CIENFUA	ROSA PASTEL	CELESTE PASTEL
		AZUL PASTEL



Disponible en nuestra Red de Distribuidores Trebol Celima Roca a nivel nacional

2

INSTALACIÓN

CUADRO DE INSTALACIÓN

Revestimiento Cerámico			Pegamento en Polvo Gris o Blanco			Fragua		
Tipo Uso	Dimensión L x A	Espesor	Formato	Pegamento en pa	Cobertura por m ²	Junta en mm	Costura por m ²	Consumo por m ²
	cm x cm	mm	mm	mm	kg	mm		kg
Azulejo Pared	20 x 20	6.4	6 x 6	3	3.0 a 3.6	3 a 4	0.300 a 0.400	
	20 x 30	7.5	8 x 6	4	4.0 a 4.8	3 a 4	0.300 a 0.400	
	30 x 40	8.5	10 x 10	5	5.0 a 6.0	3 a 4	0.250 a 0.350	
Pavimento Piso Pared	20 x 20	6.8	6 x 6	3	3.0 a 3.6	4 a 6	0.450 a 0.600	
	30 x 30	7.5	8 x 8	4	4.0 a 4.8	6 a 8	0.500 a 0.650	
	40 x 40	8.5	10 x 10	5	5.0 a 6.0	8 a 10	0.550 a 0.700	
	50 x 50	10.2	12 x 12	6	6.0 a 7.2	8 a 10	0.500 a 0.650	

GRAFICO DE INSTALACIÓN

Calcular el nivel de la superficie a revestir:

- Nivel de superficie terminada (pared o piso): \equiv línea punteada
- Espesor de Revestimiento (azulejo o pavimento): \equiv línea sólida
- Capa de Pegamento en Polvo Gris o Blanco: \equiv línea sólida
- Nivel de la superficie (tarrajeo o contrapiso): \equiv línea punteada



Junta de dilatación o de control de grietas.
En paredes (Lamin Juntas) y pisos (Control Juntas).
- Espesor: 0.8 a 1.0 cm (separación entre piezas).
- Profundidad: 1.0 a 2.0 cm (con: cinta de superficie).
- Sellar con material elástico (Silon, 20 - Celima).

CELIMA

3

PEGAMENTO EN POLVO

GRIS Y BLANCO CELIMA

Es un adhesivo en polvo a base de cemento, agregados y aglutinantes, que permite una mejor adherencia en la colocación de revestimientos. Se prepara con agua y se aplica sobre superficies nuevas y rígidas a base de cemento y concreto.



GRANDES VENTAJAS

- Achercencia y flexibilidad que se conserva con el tiempo.
- Colocación sobre tarrajeo liso (sin rayar).
- Bajo costo por la rapidez en la instalación.
- Fácil aplicación y limpieza.
- No se requiere limpiar los cerámicos ni humedecer la pared o el piso.
- Permite recomodar las piezas hasta 30 min y retiraras sin romperlas hasta 48 horas despues de instaladas.

IMPORTANTE

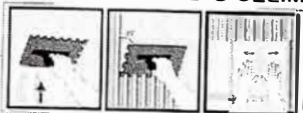
- El Pegamento en Polvo CELIMA no debe aplicarse sobre planchas de plástico, fierro, madera y sus derivados.
- No enchape con temperatura ambiente menor a 5°C.

PREPARACIÓN DEL PEGAMENTO EN POLVO CELIMA



- Agregue aproximadamente 1/4 litro de agua por cada kilo de Pegamento en Polvo CELIMA y mezcle hasta obtener una pasta homogénea y sin grumos.
- Deje reposar de 10 a 15 min y remezcle antes de usar.
- El pegamento preparado puede usarse durante 12 horas.

APLICACIÓN DEL PEGAMENTO EN POLVO CELIMA



- Extienda el pegamento con el lado liso del raspín.
- Raya el pegamento presionando con el lado dentado y con una inclinación de 45°.
- Coloque las piezas ejerciendo presión para esparcir uniformemente el pegamento.

CELIMA

Coloque las piezas antes que el pegamento comienza a secar. El tiempo de trabajo para la colocación de las piezas, varía dependiendo de la temperatura, del viento y de la humedad:

- En interiores aprox. de 10 a 20 minutos.
- En exteriores aprox. de 5 a 10 minutos.

En caso de sobrepasar el tiempo de trabajo, se formará una película seca sobre el pegamento. Si sucede esto, retire el pegamento y échelo al recipiente. Remozclelo con el resto del pegamento (sin agregar más agua) y vuelva a extenderlo sobre la superficie.

RECOMENDACIONES

- No agregue agua al pegamento ya preparado.
- Limpie con un trapo seco los residuos de pegamento.
- Sin enchape en un clima seco, bajo sol fuerte, o sobre una superficie resaca. Humedezca ligeramente la superficie a enchapar y prepare el pegamento con una consistencia ligeramente más suelta.

RENDIMIENTO

- Variable según el tipo y el tamaño del revestimiento y el espesor de la capa aplicada.
- Aprox. de 1.0 a 1.2 kg por m² de espesor.

PRESENTACIÓN

- Pegamento en Polvo Gris CELIMA: Bolsas de 5 kg.
- Pegamento en Polvo Blanco CELIMA: Sacos de 25 kg.

NOTA

Los Pegamentos en Polvo Gris y Blanco CELIMA se preparan y se utilizan de la misma forma.

Ver **INDICACIONES GENERALES, REVESTIMIENTOS Y OTROS MATERIALES A INSTALAR**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PEGAMENTO EN POLVO GRIS CELIMA

Norma DIN 18155, ANSI A-118 (a 25°C y 75% HR)

	Norma	Resultado
Tiempo abierto	> a 20 min	> a 20 min.
Resistencia a la tracción, adherencia	> a 5.1 kgf / cm ²	7.1 kgf / cm ²

PEGAMENTO EN POLVO BLANCO CELIMA

Norma DIN 18155, ANSI A-118 (a 25°C y 75% HR)

	Norma	Resultado
Tiempo abierto	> a 20 min	> a 20 min.
Resistencia a la tracción, adherencia	> a 5.1 kgf / cm ²	7.5 kgf / cm ²

CELIMA

6

FRAGUA CELIMA



- La Fragua CELIMA es un producto formulado a base de cemento, agentes sintéticos y pigmentos especiales.
- Se utiliza para sellar las juntas entre azulejos, pisos cerámicos, porcelanatos y mármoles en interiores, exteriores y piscinas.
- Los aditivos utilizados brindan cierta elasticidad a la fragua, así como una mínima absorción de agua.

GRANDES VENTAJAS

- Colores inalterables con el tiempo.
- Producto de fácil uso en la obra y en el hogar.
- Pasta de secado lento, permite mayor tiempo de trabajo y mejora el rendimiento.
- Producto de gran adherencia no se agrieta ni se desprende.
- No forma hongos por su bajo nivel de absorción de agua.
- Fácil de limpiar, es resistente a los detergentes y al cloro.
- No se requiere mojar las juntas antes de fraguar.
- No se requiere curar las juntas después de fraguar.

IMPORTANTE

- No frague con temperatura ambiente menor a 5°C.
- En áreas que van a estar expuestas a ácidos, bases o solventes concentrados utilice otro tipo de fragua (fragua epóxica).

PREPARACIÓN DE LA FRAGUA CELIMA

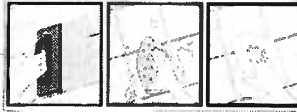


- Agregue aproximadamente 1/4 litro de agua por cada kilo de Fragua CELIMA y mezcle hasta obtener una pasta homogénea y sin grumos.
- Deje reposar de 5 a 10 minutos y remuevala antes de usar.

La Fragua preparada puede usarse durante 2 horas.

CELIMA

APLICACIÓN DE LA FRAGUA CELIMA



- Reflene diagonalmente las juntas, presionando para garantizar un total llenado, remueva al máximo los excesos.
- Deje secar y endurecer de 20 a 30 min. Limpie la superficie con esponja húmeda y en movimientos circulares para alisar la fragua al mismo nivel de los bordes. Lave y exprima frecuentemente la esponja.
- Deje secar de 30 a 45 min. Limpie con un paño de algodón limpio y seco.

RECOMENDACIONES

- Antes de fraguar verifique que el enchape este seco, para evitar manchas ocasionadas por la humedad o por la eflorescencia de sales.
- Las piezas deben estar firmes en una superficie igualmente firme. Limpie previamente el interior de las juntas.
- En azulejos humedezca ligeramente las juntas antes de fraguar.
- Evite adicionar mucha agua a la mezcla a fin de mantener la resistencia de la fragua y evitar fisuras o pérdidas de color.
- Si la separación entre piezas es menor a 3 mm, verifique que la fragua penetre adecuadamente en las juntas y si es mayor a 10 mm, luego de 1 hora verifique que no se formen grietas, en caso de suceder, refrague con una fragua preparada con una consistencia más suelta.

RENDIMIENTO

- Ver **PI** Varía de según el tamaño del revestimiento y el espesor de las juntas.
- Aprox. de 2 a 3 m² / kg

PRESENTACIÓN

- Ver **PI** Fragua CELIMA en 28 colores, otros colores consulte a Servicio al Cliente.
- Bases plásticas de 1 y 5 Kg.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

FRAGUA CELIMA

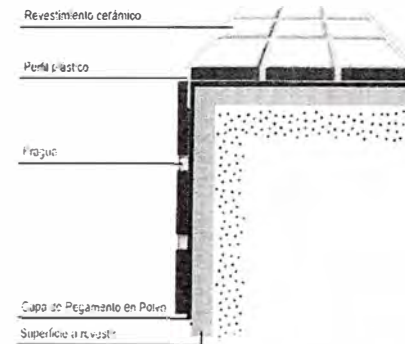
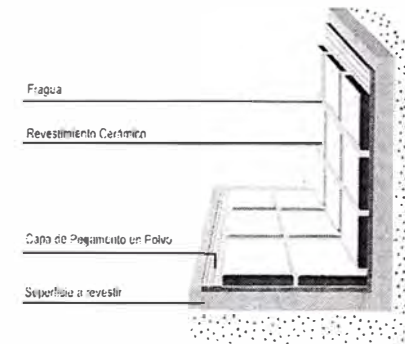
Norma ANSI A-118 e la 25°C y 75% HR

	Norma	ANSI A-118 e la 25°C y 75% HR
Absorción de agua	< 5%	Prom. 4.47%
Resistencia a la compresión	> a 209.4 kgf/cm ²	304.3 kgf / cm ²

CELIMA

7

DETALLES DE INSTALACIÓN



CELIMA

5. SIKA PERÚ S.A.

Pegamentos y Fraguas



Sika® Ceram 180

Pegamento extrafuerte para mayólicas y cerámicos



Campos de Aplicación

- Adhesión de cerámicos, azulejos, porcelanato y pepelma sobre una base de concreto o albañilería en pisos, muros interiores y exteriores.

Ventajas

- Excelente adherencia en interiores y exteriores.
- Pega mayólica sobre mayólica.
- No requiere remover ni picar el cerámico existente para el nuevo enchape.
- No escurre. Fácil aplicación.
- No requiere rayado, ni que se humedezcan las piezas a adherir.

Presentaciones

- Bolsa de 25 Kg
- Bolsa de 10 Kg



Pegamentos y Fraguas



Sika® Ceram 102

Pegamento para mayólicas, cerámicos y azulejos



Campos de Aplicación

- Adhesión de mayólica, cerámicos, azulejos, sobre una base de concreto o albañilería en interiores.

Ventajas

- Económico, buena adherencia, no escurre.
- Fácil aplicación y trabajabilidad.
- No requiere que se humedezcan o saturen las piezas a adherir.
- Es un producto estable que no presenta deterioro por el uso y el tiempo.
- Contiene Sika 1.

Presentaciones

- Bolsa de 25 Kg
- Bolsa de 10 Kg



Sika® Porcelana

Fragua para juntas en Mayólicas y Cerámicos



Campos de Aplicación

- Fragua para el sellado de juntas entre mayólicas, cerámicos, porcelanatos y mármol en baños, cocinas y pisos en general.

Ventajas

- Fácil de mezclar y colocar tanto en pisos como en paredes.
- No escurre en superficies verticales.
- Buena adherencia, no se contrae.

Presentación

- Bolsa de 1 Kg





Sika Perú S.A.

Av. Los Frutales 253, Ate. Lima - Perú. Telf.: 618 - 6060. Fax: 618 - 6070. www.sika.com.pe

CERTIFICADO
ISO 9001
 CERTIFICADO
ISO 14001