



FÉLIX JOVÉ, Dr. Arquitecto (fjove@arq.uva.es)
 Profesor Titular de Construcciones Arquitectónicas
 Escuela Técnica Superior de Arquitectura
 Universidad de Valladolid



Tema 2: CONGLOMERANTES Y CONGLOMERADOS

1. Conglomerantes y conglomerados.
2. El yeso: fabricación, denominación y tipos, características y propiedades, aplicaciones.
3. La cal: fabricación, denominación y tipos, características y propiedades, aplicaciones.
4. El cemento: fabricación, denominación y tipos, características y propiedades, aplicaciones.
5. Los Conglomerados. Morteros: Clasificación y usos
6. Paramentos y revestimientos



1. CONGLOMERANTES Y CONGLOMERADOS

1.1. CONGLOMERANTES

1. DEFINICIÓN

Materiales capaces de unir fragmentos de uno o varios materiales.

Mediante la adición de agua forman "pastas" llamadas morteros, que por transformaciones químicas (fraguado) originan nuevos compuestos sólidos.

2. TIPOS

-**Yeso** es un producto elaborado mediante deshidratación a partir de un mineral natural denominado igualmente yeso o aljez, amasado con agua se utiliza directamente.

-**Escayola** es un yeso de alta calidad y grano muy fino, con pureza mayor del 87% en mineral aljez.

-**Cal** procede de la calcinación de la roca caliza.

-**Cemento** procede de la calcinación de una mezcla de caliza y arcilla



FASES

Los conglomerantes atraviesan cuatro fases:

- 1- La piedra estado inicial en la naturaleza (cantera).
- 2- En polvo, producto comercializado en sacos tras su transformación industrial: trituración, cocción, secado.
- 3- La pasta o mortero. El polvo mezclado con agua (y árido u otros componentes).
- 4- Acabado, resistente y duro con el paso del tiempo (fase de endurecimiento).



1.2. CONGLOMERADOS

1. DEFINICIÓN

Materiales resultado de combinar un conglomerante con agua y otros ingredientes (árido principalmente) Mediante el proceso de fraguado el conglomerado pasa del estado plástico al sólido. Se endurece con el paso del tiempo adquiriendo resistencia y rigidez. El proceso es irreversible.

2. TIPOS

1. Conglomerantes (yeso, cal y cemento)
2. Árido: constituyen el esqueleto de la piedra artificial resultante.
3. Agua: necesaria para que el conglomerante se ligue con el árido. Queda formando parte de la composición química del conglomerado, en forma de humedad situada en la red porosa capilar de la piedra artificial resultante.

3. FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO.

Al mezclar el conglomerante + agua + árido (mortero u hormigón) se produce lo siguiente:

Amasado. Pasta en estado fresco (comportamiento plástico).

Fraguado, proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del mortero de cemento (o de cal) de la pasta de yeso o del hormigón.

Aumenta la viscosidad sube la temperatura.

La duración del fraguado se mide en minutos o en horas, según los tipos de conglomerantes y de aditivos.

Endurecimiento se produce cuando desaparece su plasticidad y acaba el fraguado. La papilla va ganando consistencia hasta que se transforma en un bloque sólido, resistente y rígido

Se ralentiza con el transcurso del tiempo.

Dura meses o años



2. EL YESO.

1. Fabricación
2. Denominación, tipos y aplicaciones
3. Características y propiedades

2.1. FABRICACIÓN

Se obtiene mediante un proceso de transformación, desde su estado natural piedra (aljez), hasta convertirse en polvo fino:

-Extracción de la piedra: de la cantera por medios mecánicos.

-Trituración y molienda: Obtenida la piedra, primero se tritura y luego se muele hasta obtener partículas muy finas para facilitar la deshidratación.

-Calcinación: Se lleva a un horno en el que se calienta hasta que la piedra parece hervir, se disgrega y comienza a desprender el agua que contiene (deshidratación).



Aljez



Las moléculas de agua se desprenden a 175°C.

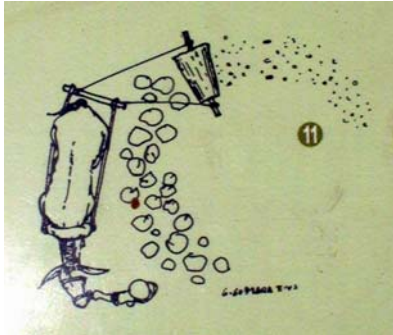
El agua en forma de vapor sale por la parte superior (chimenea) y el producto cocido se extrae por la parte inferior.

-Almacenaje y envasado: Una vez enfriado se traslada a un silo impermeable (El proceso de deshidratación hace que el yeso tienda a absorber agua del ambiente)

Próximo al silo se encuentra el sistema de envasado donde por gravedad se llenan los sacos de papel de 25kg para su comercialización.



FABRICACIÓN ARTESANA / FABRICACIÓN INDUSTRIAL



Trituración y molienda tradicional del yeso
Oficio artesano: yeseros y caleros



Esquema del proceso productivo del yeso

- (1) Extracción de la cantera
- (2) Trituración
- (3) Deshidratación
- (4) Molienda
- (5) Mezclas (Retardadores, impermeabilizantes, espesantes y retenedores de agua, acelerantes, fluidificantes)
- (6) Ensacado
- (7) Palatizado
- (8) Carga y logística
- (9) Cisterna y silos
- (10) Llegada a la obra y aplicación



2.2. DENOMINACIÓN, TIPOS Y APLICACIONES

Están regulados en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de yesos y escayolas en las obras.

Tipos de yeso:

1. Yeso Grueso de Construcción, YG (verde):

Se utiliza como pasta de agarre en tabicados y en revestimientos interiores.

2. Yeso Fino de Construcción, YF (negro):

Se utiliza en revestimientos continuos (guarnecidos, enlucidos, tendidos).

3. Yeso especial para Prefabricados, YP:

Se utiliza para fabricación de formas en volumen o placas. PYL (placa de yeso laminado) PLADUR

4. Yesos especiales:

Yesos hidrófugos, Yesos especiales contra incendios. Yesos para proyección (proyectados).

5. Escayolas:

Escayola Normal, E-30.

Escayola Especial, E-35.



Tipos en función del tiempo de fraguado:

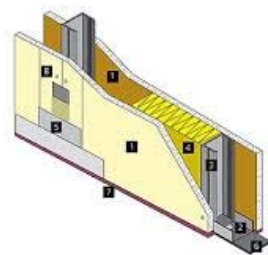
En función del tiempo de trabajabilidad antes del fraguado (endurecimiento), hay dos tipos:

-Normal

-Lento (se agrega /L): YG/L, YF/L

**PYL (placa de yeso laminado) PLADUR:**

- Material compuesto, laminado de yeso y celulosa.
- La placa puede llevar adherido un aislamiento y una barrera de vapor
- Dimensiones: Longitud de 2,5 a 4,8 m. Anchura 1,2 m. Espesores 10, 13, 15 y 30 mm. Montantes cada 60cm, cada 40cm
- Aplicaciones: tabiques, trasdosados, techos y soleras.
- Tipos: Normal (blanca). Cuartos húmedos, baños y cocinas, WR (verde), Resistente al fuego, FOC (rosa)



- 1 PLACA DE YESO - CARTÓN
- 2 PERFI, CANAL
- 3 PERFI, MONTANTE
- 4 LANA DE VIDRIO / MINERAL
- 5 TRATAMIENTO DE JUNTAS
- 6 BANDA ACÚSTICA
- 7 SELLO ACÚSTICO
- 8 TORNILLOS



Yeso proyectado



Félix Jové, Dr. Arquitecto (fjove@arq.uva.es)
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid

07

**ESCAUYOLA:** Es un yeso puro muy fino**APLICACIONES**

1. En planchas: laminado con fibra de vidrio para placas resistentes
 - Falsos techos (continuos o desmontables)
 Suspendidas del forjado (fijaciones metálicas o de caña y estopa). Mejora el comportamiento térmico y acústico. Permiten pasar instalaciones (iluminación, climatización)
 - Tabiques y paneles para divisiones de espacios interiores.
2. Moldeado para formas en volumen: Molduras de escayola, recercados, cornisas, elementos decorativos.
3. En enlucidos, amasada con agua se usa para obtener acabados muy finos (sobre guarnecidos de yesos bastos)
4. En estucados (enlucido muy fino mezclada con aditivos; efecto mármol, acabado liso satinado, tintas degradadas)
5. Para sujeción de otros elementos (generalmente junto con esparto) gracias a su rápido fraguado.

**Tipos:**

- Escayola Normal, E-30.
- Escayola Especial, E-35.

Según el Tiempo de fraguado:

- Normal
- Lento (se agrega /L)

Félix Jové, Dr. Arquitecto (fjove@arq.uva.es)
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid

08



2.3. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

Pliego General de Condiciones para la Recepción de yesos y escayolas en las obras.

-Térmicamente aislantes: debido a su gran inercia térmica y su bajo coeficiente de conductividad térmica, reducen los puentes térmicos y eliminan el fenómeno de pared fría.

-Regulan la humedad ambiente: los revestimientos de yeso respiran como una auténtica piel, regulando la temperatura y activando la aireación del local.

-Aseguran un grado Higrométrico equilibrado, absorbiendo la humedad en exceso, para restituirla al ambiente cuando el aire está más seco.

-Protegen en caso de incendio: son incombustibles, prolongan la resistencia al fuego, no despiden vapores tóxicos ni humos, absorbe gran cantidad de calor.



-Proporcionan confort acústico: al tener elasticidad y una estructura porosa, hacen que se comporten como buenos absorbentes acústicos, disminuyendo ruido y reverberaciones y amortiguando las ondas sonoras



3. LA CAL.

1. Fabricación
2. Denominación, tipos y aplicaciones
3. Características y propiedades

Las cales grasas fueron, junto con el yeso, el primer aglomerante utilizado en construcción en forma de argamasa mezclada con arena, tanto para unir piedras como para el revestimiento de los paramentos.

Actualmente se han sustituido por los cementos. Pero sus buenas propiedades, mejores que las del cemento (plasticidad e impermeabilidad), están propiciando que se vuelva a emplear para ciertos usos.

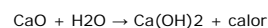
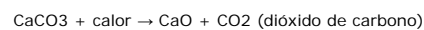
3.1. FABRICACIÓN

La cal se obtiene de la piedra caliza (alto contenido en carbonato de calcio CaCO_3) por calcinación (900°C - 1200°C).

Se obtiene cal viva (óxido de calcio CaO) de color blanco en forma de piedra.



Si la mezclamos con agua se obtiene cal apagada: Hidróxido de calcio Ca(OH)_2 , y desprende calor
La cal apagada puede presentarse en polvo (se deja evaporar el agua) o en lechada de cal.



Absorbe CO_2 del ambiente, revertiendo el ciclo y convirtiéndose con el paso del tiempo en piedra caliza nuevamente. De ahí la gran dureza y durabilidad de los revestimientos de los edificios antiguos.

**PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL**

- Extracción: de la piedra de las canteras (caliza o dolomía)
- Trituración: Se obtienen trozos de menor tamaño que serán calcinados
- Calcinación: por exposición directa al fuego en los hornos. Las rocas pierden dióxido de carbono (CO₂) y se produce el óxido de calcio (CaO, cal viva).
- Enfriamiento: Para que la cal pueda ser manejada,
- Inspección: Se inspecciona para evitar piezas de roca sin calcinar.
- Cribado: Para separar la cal viva que haya quedado en trozos del resto que pasará por un proceso de trituración y pulverización.
- Trituración y pulverización: Se reduce más el tamaño para obtener cal viva molida y pulverizada.
- Envasado: sacos de cal viva

Producción de cal apagada: se separa la que será enviada al proceso de hidratación.



-Hidratación: Se agrega agua a la cal viva para obtener la cal hidratada, Ca(OH)₂.

-Envasado:

Cubos de lechada de cal.

Sacos de cal apagada (evaporando el agua).

**3.2. APLICACIONES**

Morteros: de cal y bastardos (cal y cemento) la cal aumenta la plasticidad del mortero.

Encalados: Procedimiento económico e higiénico para pintar los muros interiores y exteriores y techos con brocha gorda (sobre adobes o tapial).

Esta pintura tiene un comportamiento bioclimático, frescor en verano y calor en invierno, el efecto vasija de barro o botijo.

Se aplica mediante una "lechada de cal" (1 parte de cal apagada por 5 de agua, en volumen) o cal en pasta.

Revestimientos de acabado: Mezclas de yeso y cal, (interiores y exteriores)

Mejora la trabajabilidad, adherencia y resistencia mecánica.

Disminuye el desarrollo bacteriológico, el de enmohecimientos por hongos y la aparición de manchas.



Hormigones ciclópeos de cal: Hormigones de cal y canto, muros de tapia.

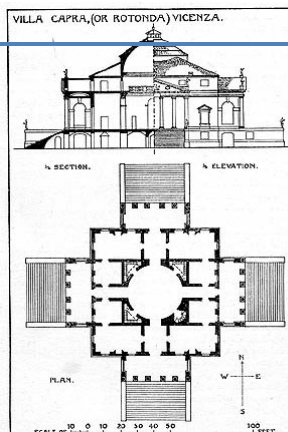
Estabilización de suelos: mejorar las propiedades de los suelos arcillosos. Seca los suelos húmedos y descongela los suelos helados.

Prefabricados de cal: Hormigón celular ó aireado, ladrillos sílico-calcáreos y bloques de tierra comprimida (BTC).



3.3. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

- En el mortero endurecido se consigue el autocurado de grietas. Efecto de sellado en revestimientos microfisurados o agrietados.
- La cal es biodegradable, de origen natural, durable, mantenimiento fácil y reducido, higiénico,
- Transpirable y absorción de CO₂.
- Secan rápidamente
- Se aplican sobre el revestimiento húmedo
- Puede usarse para desinfectar superficies como paredes o evitar plagas en árboles pintando la superficie de su tronco
- Mejora enormemente la impermeabilidad y el aislamiento térmico y acústico.
- Desaparecen las eflorescencias.
- La albañilería es más blanca y estética.
- Los morteros de cal se preparan y se aplican en menos tiempo, duran más y no necesitan aditivos químicos



EL CICLO DE LA CAL

El ciclo de la cal se completa y cierra en obra.

Una vez aplicado el mortero se inicia el proceso de carbonatación, (endurecimiento) mediante absorción de CO₂ del ambiente, para el cual se precisa agua o bien humedad ambiental. El proceso puede durar años e incluso siglos, mediante el cual la cal aérea vuelve a su estado de origen, transformándose lentamente en un acabado pétreo.



4. EL CEMENTO.

1. Definición, 2. Usos y 3. Fabricación
4. Denominación y tipos
5. Aplicaciones del cemento
6. Características y propiedades

1. DEFINICIÓN

El cemento es un conglomerante fabricado a partir de una mezcla de clinker y yeso, (que actúa como controlador de fraguado).

El cemento no es un material natural.

Se pueden añadir aditivos y adiciones a la mezcla.

-**Aditivos:** sustancias que se añaden al cemento para modificar alguna de sus características (colorantes, aceleradores de fraguado, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc. (Cemento hidráulico cuando es estable en condiciones de entorno acuosas).

-**Adiciones:** sustancias que se añaden al cemento para mejorar alguna de sus características.



HISTORIA

Tal vez convendría recordar que el cemento no se descubrió hasta 1823, y que su uso industrializado no se produjo hasta 1910 tras la patente del horno rotatorio para calcinación y el desarrollo de los métodos de transporte del hormigón fresco. Estos adelantos permitieron un rápido crecimiento de la industria del cemento durante el siglo XX, aunque con un alto coste energético y medioambiental para el planeta cuyos efectos se están ahora haciendo notar.



2. USOS

Usos del cemento

a. Mortero de cemento: mezcla de cemento, arena (áridos finos) y agua. Es un material uniforme, maleable y plástico que fragua y se endurece al reaccionar con el agua.

Se utiliza para unir (pegar) materiales de construcción; ladrillos, piedras, azulejos, solados... y para el revestimiento de los muros (muro acabado con mortero de cemento para pintar).

b. Hormigón (de cemento) en masa: si además se añade a la mezcla áridos medios y gruesos.

Se utiliza para generar macizos de hormigón en soleras, cimentaciones o muros.

c. Hormigón Armado: si al hormigón en masa se le incorpora una armadura de barras de acero.

Se utiliza para conformar estructuras de edificios de hormigón armado.



3. FABRICACIÓN

Proceso de fabricación de L Clinker

1. Materias primas para fabricar clinker son:

Un aporte de carbonato: piedra caliza (calizas o margas).

Un aporte de fundentes: generalmente arcillas o pizarras.

2. Preparación de las materias primas

La materia prima debe de tener una composición homogénea, bien dosificada con un porcentaje determinado de los componentes, suele ser necesario aportar adiciones

3. Molienda de crudo

El material aportado al horno debe ser finamente molido con molinos. El resultado de esta molienda recibe el nombre de "harina o crudo" que es almacenado en unos silos

4. Cocción en el horno rotativo. Clinker

El crudo es introducido en un intercambiador de calor, donde se calienta hasta 600 °C.

En el horno sufre reacciones a altas temperaturas (1500°C) (calentamiento del carbonato cálcico, sílice y alúmina) para formar el clinker.

El clinker, a la salida del horno, debe sufrir un rápido enfriamiento

Dependiendo de las necesidades de producción el clinker puede pasar al molino o bien almacenarse en el silo de clinker

5. Molienda de cemento (clinker + adiciones)

El clinker se mezcla con yeso (regulador de fraguado) y con las posibles adiciones y se introduce en los molinos de bolas para su molienda.

Alcanzada la finura deseada, el producto obtenido es el cemento

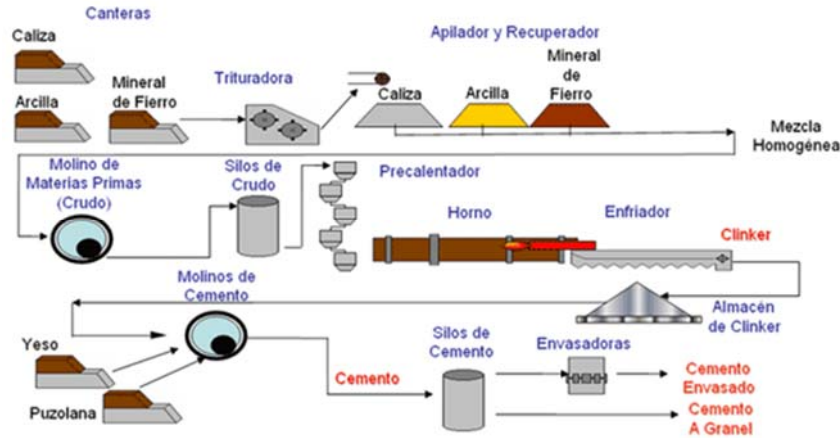
6. Almacenamiento y expedición

Finalmente, el cemento producido se almacena en distintos silos (según su tipo) protegido de las condiciones medioambientales, para ser despachado a granel (grandes consumidores), o envasado en sacos.



FABRICACIÓN DE CLINKER

Proceso industrial de fabricación del Clinker.



4. DENOMINACIÓN Y TIPOS

Se regula por la RC-08
 (Instrucción Recepción de Cementos).

a. Clasificación:

- CEM I Cemento Pórtland.
- Seguido de 32,5 - 42,5 - 52,5 Resistencia [MPa] en megapascales: (1 Megapascal [MPa] = 0,1 kN/cm²) y de letras (R o N) si es alta o normal la resistencia inicial.
- CEM II Cemento Pórtland con adiciones.
- La letra A o B indica el subtipo. Separada por guión (-) de la letra que identifica la adición :
- S: escoria de horno alto;
- D: humo de sílice;
- P: puzolana natural;
- Q: puzolana natural calcinada;
- V: ceniza volante sílicea;
- W: ceniza volante calcárea;
- T: esquistos calcinados;
- L y LL: caliza.

- CEM III Cements con escorias de horno alto.
- CEM IV Cements puzolánicos.
- CEM V Cements compuestos.

Seguidas de una barra (/) y de la letra que indica el subtipo (A, B ó C).
 En los tipo IV o V, se indicará las letras identificativas de las adiciones.





4. DENOMINACIÓN Y TIPOS

Se regula por la RC-08
 (Instrucción Recepción de Cementos).

b. Designación de los Cementos:

Comenzará con la referencia a la norma EN 197-1.

-Ejemplo 1:

EN 197-1 CEM I 42,5 R

Cemento pórtland de clase resistente 42,5 y alta resistencia inicial.

-Ejemplo 2:

EN 197-1 CEM II/A-L 32,5 N

Cemento pórtland, subtipo A, con caliza (contenido entre 6 % y 20 % en masa de caliza), de clase resistente 32,5 y resistencia inicial normal.

-Ejemplo 3:

EN 197-1 CEM III/B-S 32,5 N

Cemento pórtland, subtipo B, con escorias de horno alto (contenido entre 66% y 80% en masa de escoria granulada), de clase resistente 32,5 y resistencia inicial normal.

Tipos de cementos especiales:

- Resistentes a sulfatos (SR)
- Resistentes al agua de mar (MR)
- De bajo calor de hidratación (BC)
- Blanco (BL)



5. APLICACIONES

- Para fabricar morteros de agarre
- Para realizar revestimientos (enfoscados)
- Para fabricar Hormigones

- CEM I Cemento Pórtland.
- CEM II Cemento Pórtland con adiciones.
- CEM III Cementos con escorias de horno alto.
- CEM IV Cementos puzolánicos.
- CEM V Cementos compuestos.

Cementos de la norma UNE-EN 197-1:2000	
Tipos Aplicaciones	
CEM I	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones de muy altas resistencias • Para obras públicas especiales en hormigón pretensado • Para prefabricación de elementos de hormigón
CEM II	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones y morteros en general
CEM III	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones en ambientes agresivos por <ul style="list-style-type: none"> • Sulfatos de terrenos • Agua de mar (Particularmente si responden a UNE 80 303-1 ó 2)
CEM IV	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones y morteros en general, en ambientes ácidos moderadamente agresivos • Para obras hidráulicas (Especialmente si responden a UNE 80 303-3)
CEM V	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para estabilización de suelos y terrenos • En bases tratadas para carreteras y para firmes de hormigón • Para grandes macizos de hormigón de presas (hormigón compactado con rodillo)





6. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

Las propiedades básicas del cemento según la composición del clinker son:

- Fraguado,
- Desarrollo de resistencia,
- Calor de hidratación,
- Estabilidad de volumen
- Durabilidad (resistencia a ataques químicos).

Ver propiedades de los morteros y hormigones

CEM I Cemento Pórtland.

CEM II Cemento Pórtland con adiciones.

CEM III Cementos con escorias de horno alto.

CEM IV Cementos puzolánicos.

CEM V Cementos compuestos.



Félix Jové, Dr. Arquitecto (fjove@arq.uva.es)
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid

21



5. CONGLOMERADOS; EL MORTERO

-Mortero de cemento: mezcla de cemento, arena y agua. Es un material uniforme, maleable y plástico que fragua y se endurece al reaccionar con el agua.

-Mortero de Cal: mezcla de cal, arena y agua.

-Mortero Bastardo: mezcla de cemento y cal, arena y agua.

PROPIEDADES DEL MORTERO

1. Resistencia

Resistencia (flexión y compresión)

MORTERO TIPO - RESISTENCIA Kg/cm²

M-20 20 Kg/cm²

M-40 40 Kg/cm²

M-80 80 Kg/cm²

M-160 160 Kg/cm²

En una fábrica resistente de piezas de cualquier material, la resistencia es función de la resistencia del mortero y de la resistencia de las piezas (ladrillos, bloques, mampostería de piedra, botellas PET, etc.)



2. Adherencia

Capacidad del mortero de absorber tensiones normales o tangenciales.

Es la principal cualidad que se le exige a un mortero, de ella depende:

-La resistencia de los muros frente a sollicitaciones de cargas excéntricas, transversales, o de pandeo,

-La estabilidad de los recubrimientos de los paramentos.

-La perfecta unión de los azulejos y acabados.

Félix Jové, Dr. Arquitecto (fjove@arq.uva.es)
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid

22



3. Permeabilidad

Es una de las principales propiedades que debe tener un mortero para poderse utilizar en revestimientos exteriores.

A mayor compacidad, más impermeable es un mortero. Hay sustancias (hidrófugas) que aumenten su impermeabilidad.

4. Eflorescencia (DEFECTO)

Son las manchas exteriores por sales solubles que, arrastradas por el agua de amasado o lluvia, precipitan en la superficie al evaporarse esta.

PREOCUPACIONES AMBIENTALES

La producción de cemento es responsable en gran medida al calentamiento global de la atmósfera ya que se liberan grandes cantidades de CO₂ durante su producción.

La producción de cal también libera CO₂, pero el mortero de cal absorbe el dióxido de carbono de la atmósfera durante su vida útil, de manera que el mortero de cal es un sumidero de CO₂, (con huella cero o neutra).

EL HORMIGÓN.

Conglomerado formado por una mezcla de conglomerante (cemento), áridos (arena y grava), agua y aditivos