

11° encuentro nacional **9 al 13**
Red Protierra Argentina **SEPT**
Tinogasta, Catamarca **2025**

¿Por qué la Cal?



ORGANIZAN:



Tinogasta

ACOMPAAÑAN:



FADEA
Federación Argentina de
Entidades de Arquitectos



**UNION DE
ARQUITECTOS DE
CATAMARCA**



**Colegio de
Arquitectos
de la Provincia
de Jujuy**



IAS
Arquitectura
Sustentable



**COLEGIO DE
ARQUITECTOS
DE LA PROVINCIA
DE CÓRDOBA**



cauper
Colegio de Arquitectura y Urbanismo
Provincia de Entre Ríos



**COLEGIO DE
ARQUITECTOS
DE TUCUMÁN**



MÁS INFO:

www.redprotierra.com.ar



**COLEGIO DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
PROVINCIA DE SAN LUIS**



**Colegio de Arquitectos
de la provincia del Chubut**



**Centro de Estudios
sobre Patrimonios y Ambiente
EAYP-EHYS-UNSAM**



Gasetí Gazún
ASOCIACIÓN CIVIL

Autor: Duznel Zerquera Amador

INTEPH

Instituto de Investigaciones Territoriales y Tecnológicas para la Producción del Hábitat

Observatorio de Construcción con Tierra





REFERENCIAS HISTÓRICAS.

Los Orígenes: Más allá de los Sumerios.



Una excavación [arqueológica](#) en el área sur de la antiquísima aldea de [Çatalhöyük](#). Anatolia 7000 a.C. evidenció el uso de la cal para revestimientos, suelos y muro.



REFERENCIAS HISTÓRICAS.



Los Sumerios y Egipcios: Destacaron su uso como mortero de unión en la construcción de zigurats y pirámides. El mortero del Ziggurat de Ur (2100 a.C.) es un excelente ejemplo. En Egipto, se utilizaba en morteros y como base para sus magníficos frescos, como los de las tumbas del Valle de los Reyes.



REFERENCIAS HISTÓRICAS.

La Revolución Romana: El Nacimiento de la Cal Hidráulica.

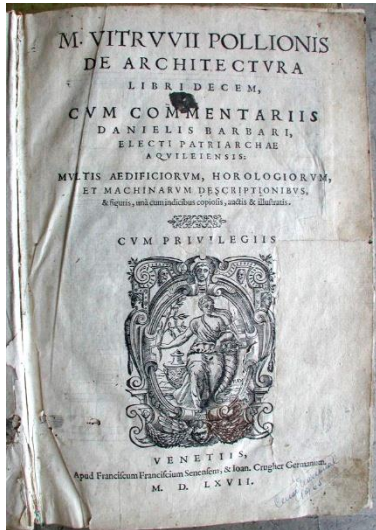


(CSH - Silicatos de Calcio Hidratados) (NHL - *Natural Hydraulic Lime*).

El Primer Uso Documentado: Marcos Vitrubio Pelión (80 a. C.-70 a. C.15 a. C.) en "De Architectura" describe detalladamente cómo seleccionar las arenas y cómo añadir estas puzolanas para crear morteros de alto rendimiento. Este es el primer "manual técnico" del uso de la cal hidráulica.



REFERENCIAS HISTÓRICAS.



Vitruvio en el libro II capítulo V habla de la cal, especificando la diferencia para fábricas y para revocos, estableciendo que para estos deberá ser más porosa.

En el libro VII capítulo III habla de los jaharrados (cubrir con una capa de yeso o mortero el paramento de una fábrica de albañilería) con mortero de cal en tres capas sucesivas, después se extenderán tres nuevas capas con grano de mármol cada vez más fino, que deben quedar porosas y ligeras.

Si nos remitimos a las Etimologías de S. Isidoro de Sevilla, en su libro XVI “Acerca de las piedras y los metales” nos dice que: La cal que proviene de la piedra blanca es más apropiada para blanquear paredes y en su libro XIX “Acerca de las naves, edificios y vestidos” nos dice que:

La cal al rociarla con agua, al punto el fuego escondido se pone de manifiesto. Su naturaleza produce un efecto admirable: una vez que ha ardido se enciende con agua, que es lo que suele pagar el fuego; y, en cambio se apaga con aceite, con lo que suele encenderse el fuego.



¿Qué es la Cal?

MATERIAL. CONGLOMERANTES.

CONCEPTOS GENERALES.

¿QUÉ ES UN MATERIAL CONGLOMERANTE?

Materiales inorgánicos que mezclados con agua unen otras partículas.

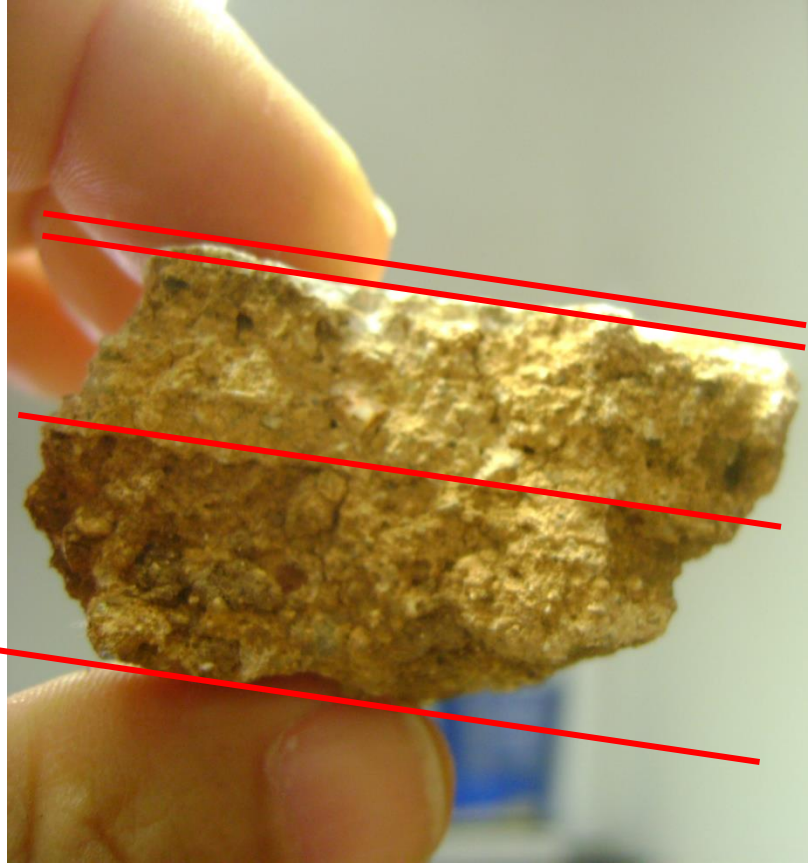
Material en polvo que, amasado con agua, endurece (fragua) generando otros productos de diferente naturaleza.

Aglutinante de otros materiales (arena, grava..)

Materia prima: piedras, arcillas ...



Estacos de revestimientos que muestran las diferentes capas de mortero y terminaciones con cal



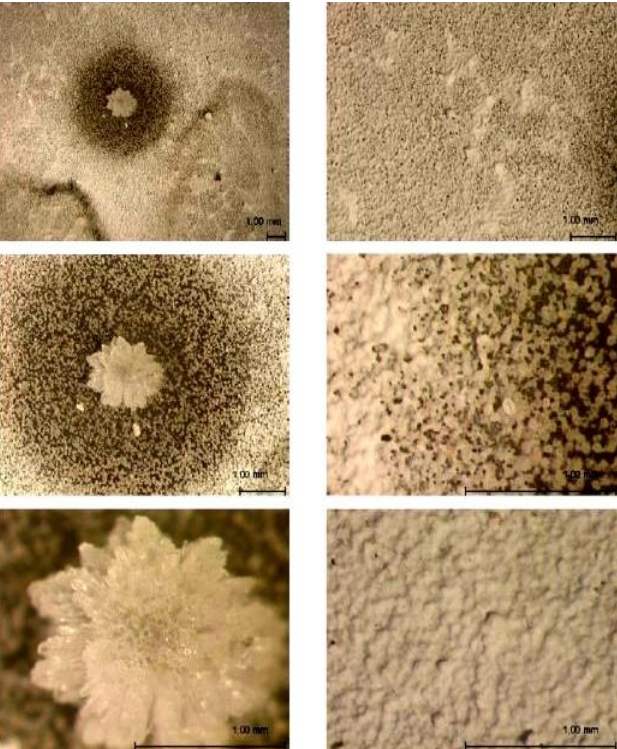
La cal como componente de todo el revestimiento. Mortero bicapa



La cal como última capa de terminación. Mortero monocapa



¿Qué es la Cal?



MATERIAL. **CAL.**

FABRICACIÓN.

A partir de rocas ricas en carbonato cálcico.

CALES AÉREAS.

A partir de calizas y dolomías.

Constituidas fundamentalmente por óxido o hidróxido de calcio y/o magnesio.

CALES HIDRÁULICAS.

A partir de calizas margosas.

Constituidas por hidróxido de calcio, silicatos de calcio y aluminatos de calcio.

- Naturales: Producidas por la calcinación de calizas más o menos arcillosas (10-25%).
- Artificiales por adición de materiales puzolánicos.



¿Qué es la Cal?

MATERIAL. **CAL.**

TIPOS DE CAL PARA CONSTRUCCIÓN.

Clasificación:

Los diferentes tipos de cales para construcción según su contenido en (CaO + MgO) o, en el caso de las cales hidráulicas, según su resistencia a compresión, se clasifican de la siguiente forma:

a)	Cal de alto contenido en calcio	90	CL90
b)	Cal de alto contenido en calcio	80	CL80
c)	Cal de alto contenido en calcio	70	CL70
d)	Dolomía calcinada	85	DL85
e)	Dolomía calcinada	80	DL80
f)	Cal hidráulica	2	HL 2
g)	Cal hidráulica	3,5	HL 3,5
h)	Cal hidráulica	5	HL 5



Tipos de Cal según la Piedra:

Cales Aéreas

(CL): Proviene de calizas muy puras (>95% CaCO_3). Solo endurecen por carbonatación (contacto con el aire). Son más plásticas y transpirables. Ideales para acabados y morteros en interiores o zonas no expuestas a mucha agua. No más del 5% de MgCO_3



Cales Hidráulicas Naturales (NHL):

Proviene de calizas con un porcentaje de arcillas (margas). Durante la cocción, estas arcillas aportan los silicatos y aluminatos que le confieren propiedades hidráulicas. Fragua inicial con agua y luego continúa su endurecimiento por carbonatación. Se clasifican por su hidraulicidad (NHL 2, NHL 3.5, NHL 5.5) para distintos usos (revocos, mampostería, etc.).

¿Qué es la Cal?

MATERIAL. CONGLOMERANTES.

CONCEPTOS GENERALES.

- Conglomerantes tradicionales:
yesos, cales y cementos.
- Las propiedades del material conglomerados
dependerán de conglomerante y de los áridos.
- Tipos de aplicaciones:

- **Lechada.** (conglomerante + mucha agua).
- **Pasta.** (conglomerante + agua).
- **Mortero.** (conglomerante + agua + arena).
- **Hormigón.** (conglomerante + agua + arena + grava).



¿Qué es la Cal?

El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra

Paso 1: La Calcinación - La Transformación por Fuego.

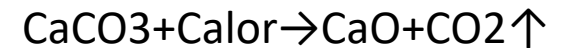


Materia Prima: Comenzamos con la piedra caliza, cuyo componente principal es el Carbonato de Calcio (CaCO_3). La pureza de esta piedra definirá el tipo de cal.



El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra

Paso 1: La Calcinación - La Transformación por Fuego.

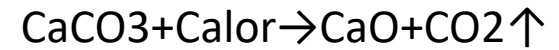
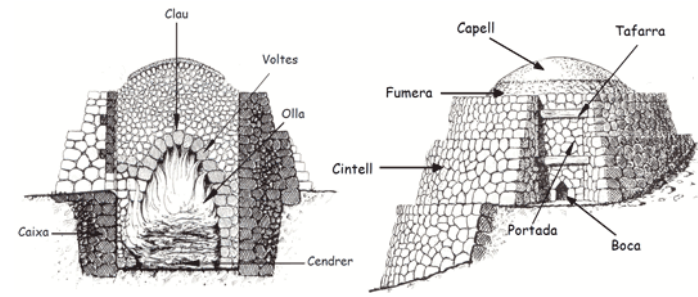


El Proceso: En hornos tradicionales (de leña, preferiblemente), la piedra se cuece a temperaturas de aproximadamente 900-1000 °C. Esta cocción libera Dióxido de Carbono (CO₂).



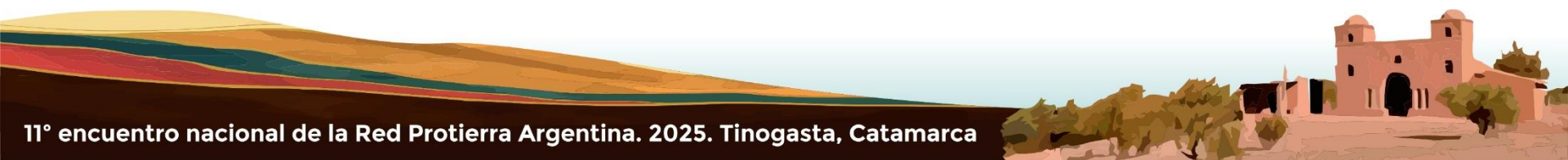
El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra

Paso 1: La Calcinación - La Transformación por Fuego.



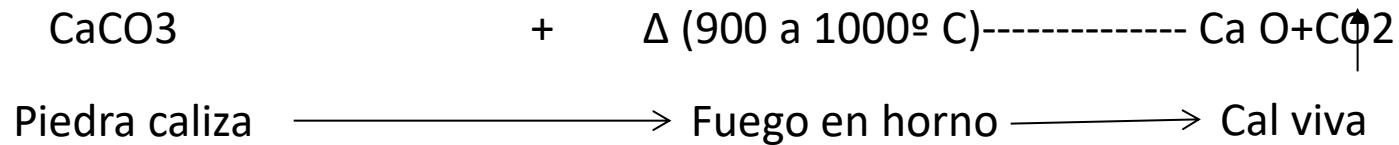
El Proceso: En hornos tradicionales (de leña, preferiblemente), la piedra se cuece a temperaturas de aproximadamente 900-1000 °C. Esta cocción libera Dióxido de Carbono (CO₂).





El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra

Paso 1: La Calcinación - La Transformación por Fuego



<https://youtu.be/Mw94Hd5tG8s>

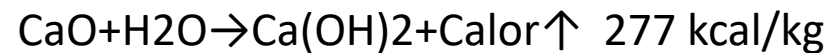


El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra (15 minutos)

Paso 2: El Apagado - La Reacción con Agua.



+ de dos o tres veces su volumen

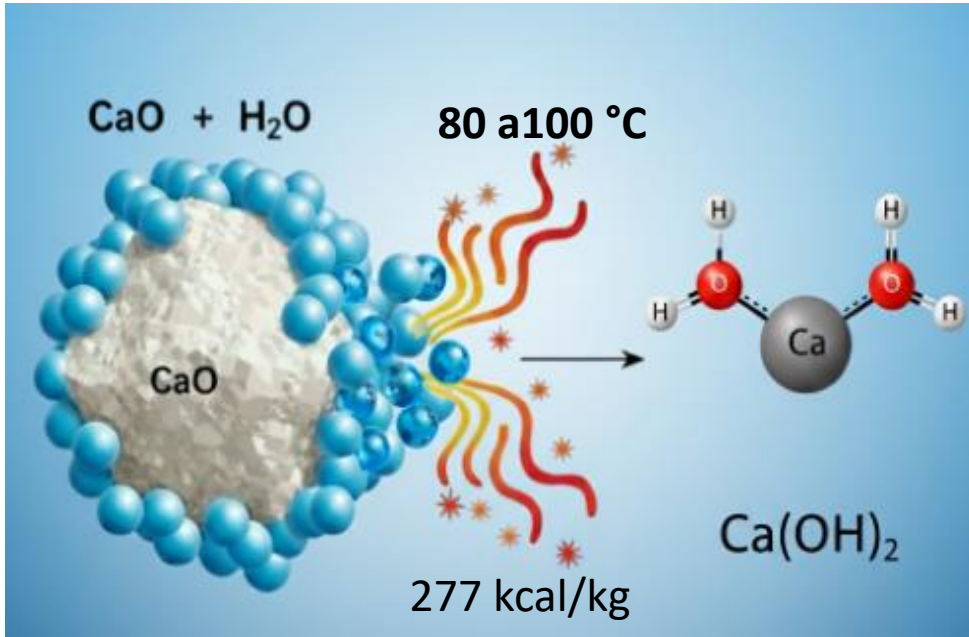


El Resultado: Obtenemos Hidróxido de Calcio (Ca(OH)_2), conocida como **cal apagada** o **cal hidratada**. Este es el material que usamos en construcción.



El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra (15 minutos)

Paso 2: El Apagado - La Reacción con Agua.



Conglomerantes tradicionales: yesos, cales y cementos

Diferencias en el proceso de cocción y fraguado.

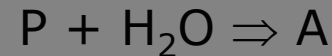
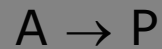
Cocción.

→

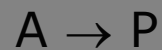
Fraguado.

⇒

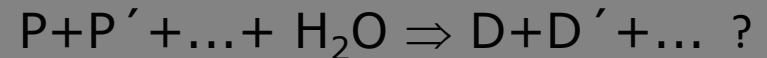
- YESO.

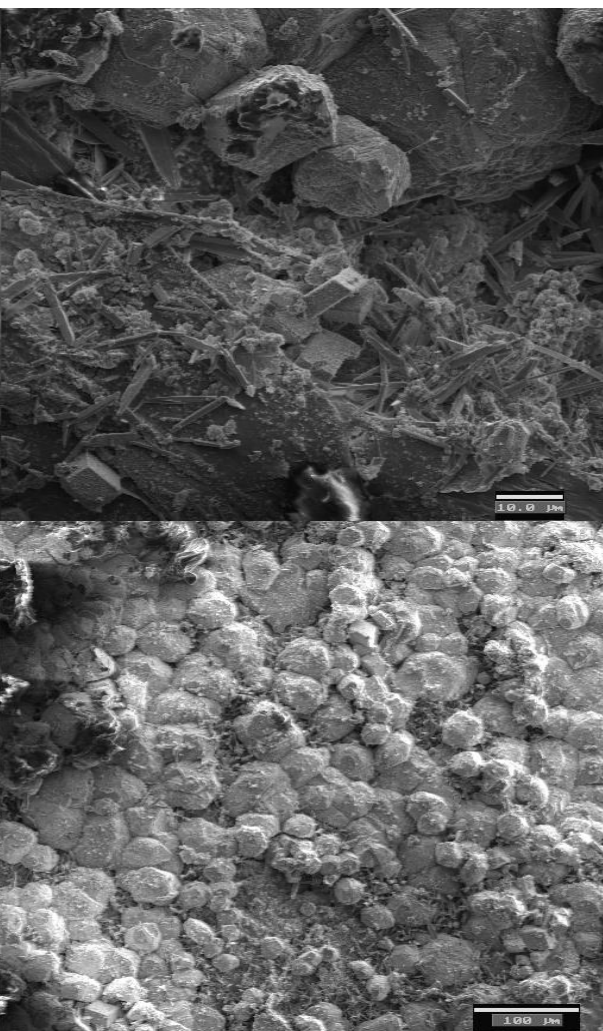


- CAL.



- CEMENTO.





FRAGUADO.

Proceso inverso a la deshidratación.

El fraguado supone tres fenómenos simultáneos.

- Químico:
Reacción de hidratación con desprendimiento de calor.
- Físico:
Disolución de las fases en agua y cristalización debido a la diferencia de solubilidad de los componentes.
- Mecánico:
Entrelazamiento de cristales, produciendo un endurecimiento proporcional a la cohesión interna de los cristales y a su adherencia mutua.



MATERIAL. **CAL.**

FRAGUADO.

- Reacción química del conglomerante con el agua.
- Hidratación.
- Yesos y cementos.
- Conglomerantes hidráulicos.

ENDURECIMIENTO.

- Reacción química del conglomerante con el CO_2 del aire.
- Carbonatación.
- Cales (aéreas).
- Conglomerantes aéreos.



El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra (15 minutos)

Paso 2: El Apagado - La Reacción con Agua.

Análisis según los planteamiento de los clásicos.

La cal pierde un tercio de su peso al quemarse, necesita de arena lo que gana en agua al apagarse.



Ensayo experimental (2002)



Resultado.

La cal viva necesita de dos a tres veces su volumen en agua para apagarse

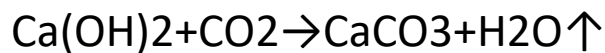
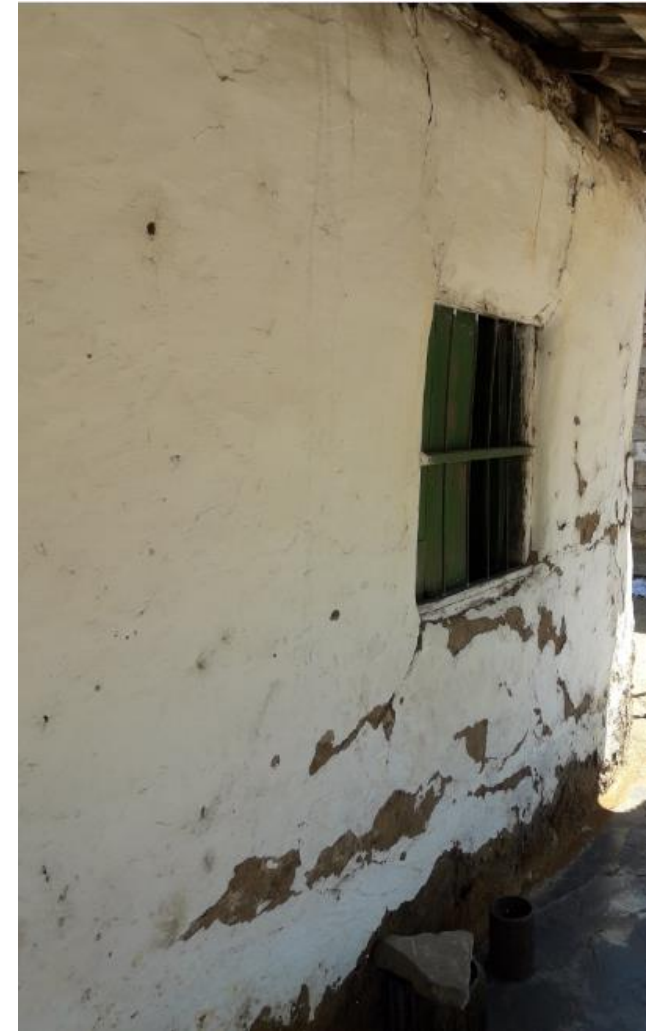
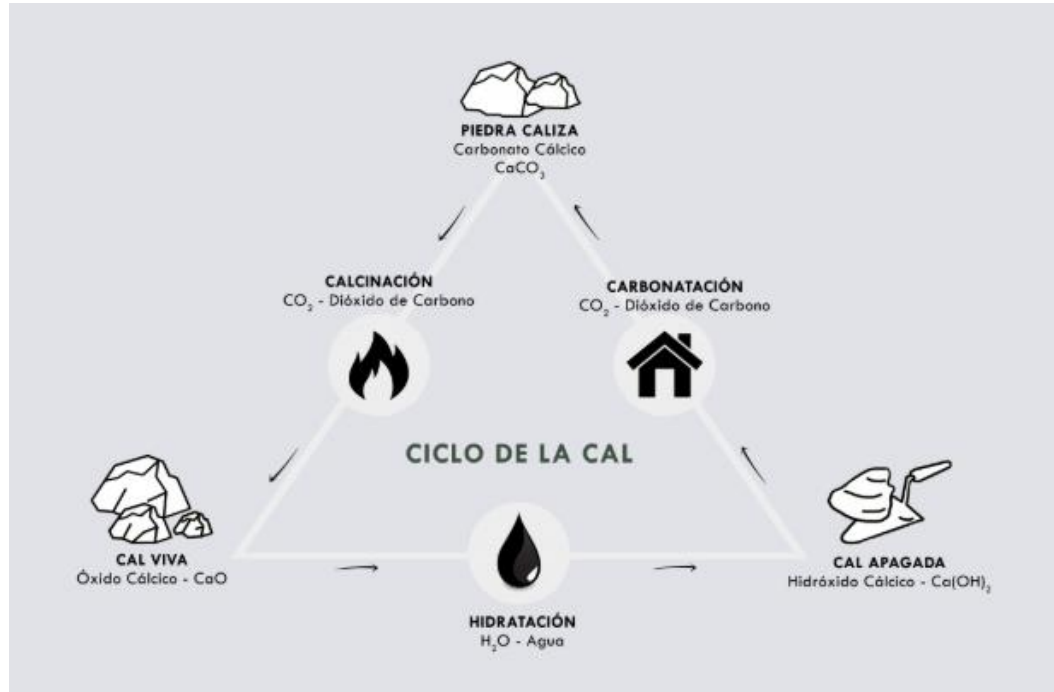
De aquí la proporción fija de Vitrubio

2 a 3 de arena por 1 de cal



El Ciclo de la Cal: De Piedra a Polvo y de Vuelta a Piedra

Paso 3: La Carbonatación - El Lento Retorno a la Piedra.



Una vez aplicada en el muro como parte de un mortero o pintura, la cal apagada entra en contacto con el CO_2 del aire.



APLICACIONES DE LAS CALES.



- **Revestimientos continuos:**

- Pintura a la cal.**

- Revocos.**

- Estucos.**

- Esgrafiados.**

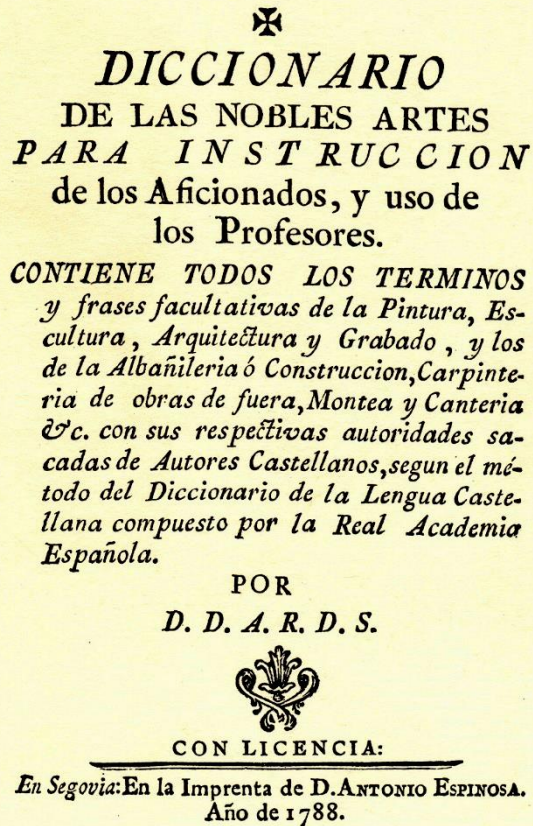
- **Morteros de fábrica.**

- **Ladrillos y bloques silicocalcáreos.**

- **Placas y paneles de silicatos cálcicos.**



TIPOS DE REVESTIMIENTOS



- **PINTURAS DE CAL.**

Cal disuelta en agua, para realizar encalados y enjalbegados con las que se cubre un paramento.

- **REVOCO.**

Capa o mezcla de cal y arena u otros materiales análogos con los que se cubre un paramento.

- **ESTUCO.**

Pasta de cal apagada y mármol pulverizado (muy a menudo en iguales cantidades) que se da con la llana que se barniza después con aguarrás y cera. Tipos: Estuco piedra. Estuco mármol (en frío, en caliente).

- **ESGRAFIADO.**

Decoración que se forma con varias capas de estucos coloreados. Trazado de dibujos con el grafio en una superficie estofada haciendo saltar algunos puntos de la capa superficial y dejando así al descubierto el color de la siguiente.



La alquimia perfecta: Cal y Arcilla, una unión estabilizadora



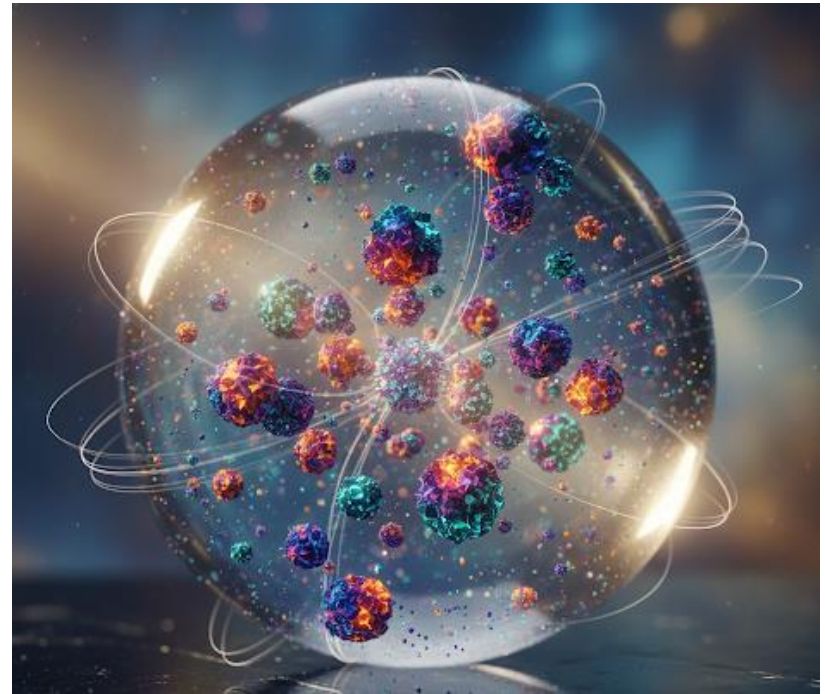
El Problema de la Arcilla: Los revestimientos de tierra son maravillosos, pero las arcillas expansivas pueden generar fisuras por cambios de humedad (hinchamiento y retracción).



La Alquimia Perfecta: Cal y Arcilla, una Unión Estabilizadora

La Solución de la Cal: ¿Cómo actúa la cal?

1. **Floculación y Agregación:** La alta alcalinidad de la cal ($\text{pH} \approx 12.4$) altera el **equilibrio eléctrico de las partículas de arcilla**. Esto hace que las partículas finas se agrupen (floculen), formando agregados más grandes y estables. Es como pasar de tener un polvo fino a una arena fina.



Una primera es la modificación “inmediata” de las condiciones de granulometría, textura y compacidad originada por el intercambio de iones entre la arcilla y la cal, la floculación de las partículas de arcilla y la reducción de la cantidad de agua adsorbida por la arcilla.

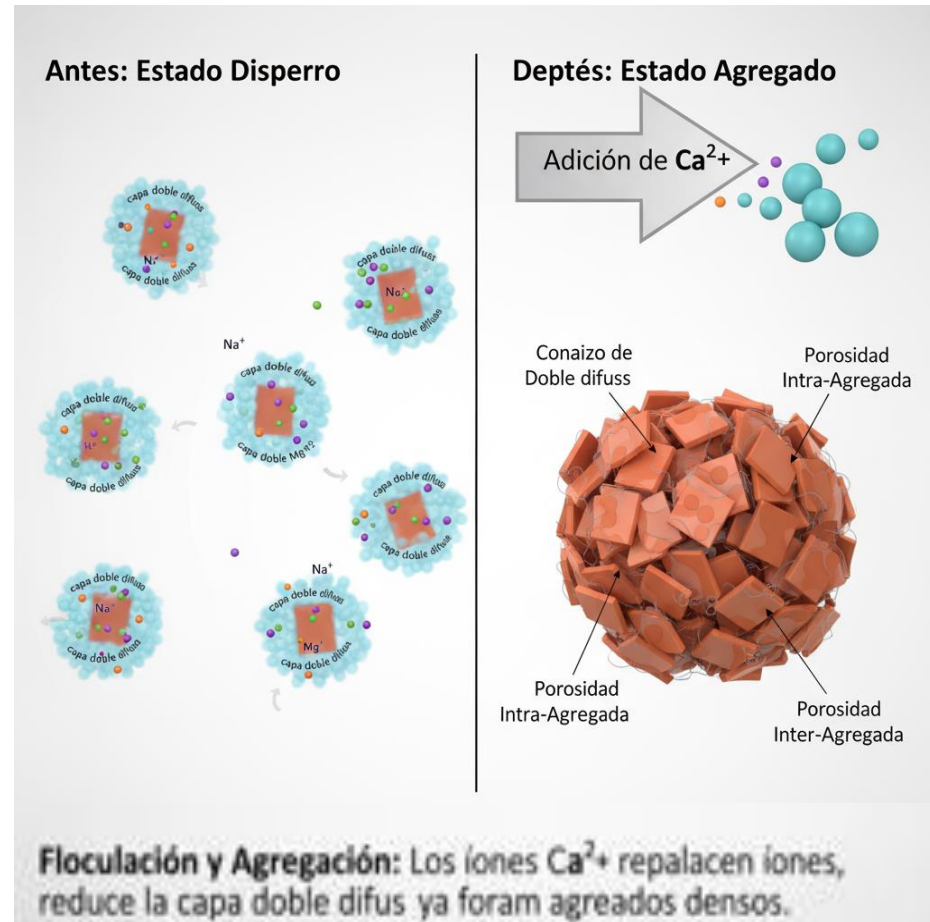


La Alquimia Perfecta: Cal y Arcilla, una Unión Estabilizadora

La Solución de la Cal: ¿Cómo actúa la cal?

2. Reducción de la Plasticidad:

Al cambiar la estructura, se reduce la capacidad de la arcilla de absorber agua, disminuyendo drásticamente el potencial de hinchamiento y retracción. Esto se traduce en una reducción drástica de las fisuras en el revestimiento.

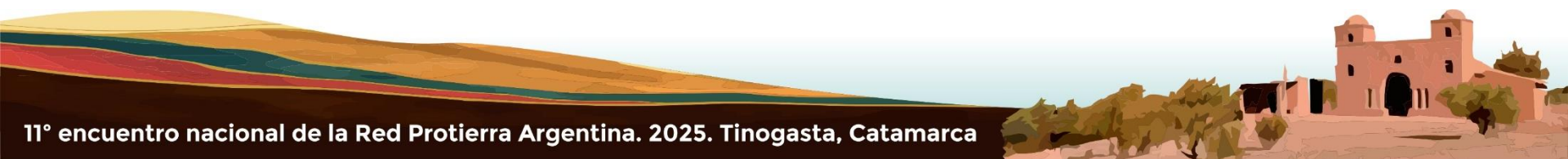


La Alquimia Perfecta: Cal y Arcilla, una Unión Estabilizadora

La Solución de la Cal: ¿Cómo actúa la cal?

3. Reacción Puzolánica (a largo plazo): En algunas arcillas y la cal puede reaccionar lentamente con los silicatos y aluminatos presentes, creando compuestos cementantes que aumentan la resistencia y durabilidad del revestimiento de tierra con el tiempo.

Añadir cal a la mezcla de tierra no es solo un "agregado", es una **transformación química** que estabiliza el material base, haciéndolo mucho más duradero y resistente.





PINTURAS DE CAL.

Cal disuelta en agua, para realizar **encalados** y **enjalbegados** con los que se cubre un paramento.

Son lechadas de cal (usualmente viva), aplicadas con brocha.

Efectos: Blanqueante.

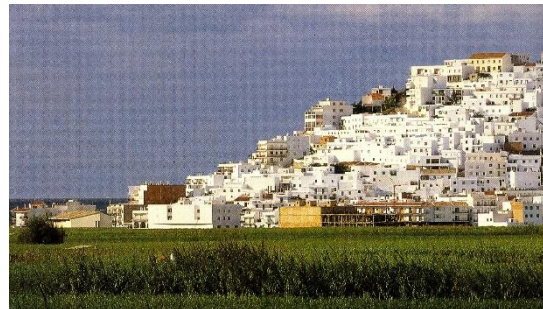
Protector.

Higiénico.

Reflexión solar.



- **Encaladura:** la capa o mano de cal que se pone sobre una superficie.
- **Enjalbegados:** blanquear las paredes con cal, yeso o tierra blanca.



La Lechada o Pintura de Cal: La Piel del Muro.



Las lechadas habitualmente manejadas tienen una proporción de 150 a 400 g de hidróxido de calcio por litro de agua. Es una mezcla muy simple de cal apagada en pasta y agua, hasta obtener una consistencia similar a la de la leche o un yogur bebible.



El Arte de la cal



La Lechada o Pintura de Cal: La Piel del Muro.

Aplicación.

Se aplica en capas muy finas y translúcidas con brocha ancha de fibra vegetal. Cada capa debe carbonatar antes de aplicar la siguiente. El resultado es un acabado de una profundidad y luminosidad inigualables, con matices y variaciones de color que le dan vida al muro.

Puede decirse que las primeras dosis de cal van destinadas a la modificación de la textura y granulometría



El Velo Protector: La Cal como Terminación

¿Por qué Cal sobre Tierra?

Máxima Compatibilidad: La cal y la tierra tienen una excelente adherencia y comparten una característica fundamental: son **permeables al vapor de agua** (transpirables). Esto permite que el muro "respire", gestionando la humedad interior y evitando condensaciones y patologías. Un acabado de cemento, al ser impermeable, atraparía la humedad y destruiría el revestimiento de tierra.



El Velo Protector: La Cal como Terminación

¿Por qué Cal sobre Tierra?

Protección y Durabilidad: La cal actúa como una capa de sacrificio. Protege el revestimiento de tierra de la erosión directa del agua de lluvia y del viento.



El Velo Protector: La Cal como Terminación

¿Por qué Cal sobre Tierra?

Propiedades Fungicidas y Antisépticas: Su alta alcalinidad la convierte en un desinfectante natural, previniendo la aparición de mohos, líquenes y bacterias en la superficie del muro.



El Velo Protector: La Cal como Terminación

¿Por qué Cal sobre Tierra?

- Untuosidad de las pastas que permiten su adherencia sobre cualquier base.
- Conversión en piedra caliza por la acción del CO_2 ambiental.
- Endurecimiento y aumento de propiedades a lo largo del tiempo.
- Permeabilidad al vapor de agua de la base debido a la porosidad, en relación con la cantidad de agua de amasado.



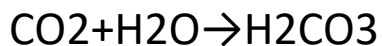
PATOLOGÍA.

- Expansión de nódulos de cal viva.
- Incompatibilidad con pinturas no resistentes a los álcalis.
- Disgregación de morteros por bicarbonatación y lixiviación.



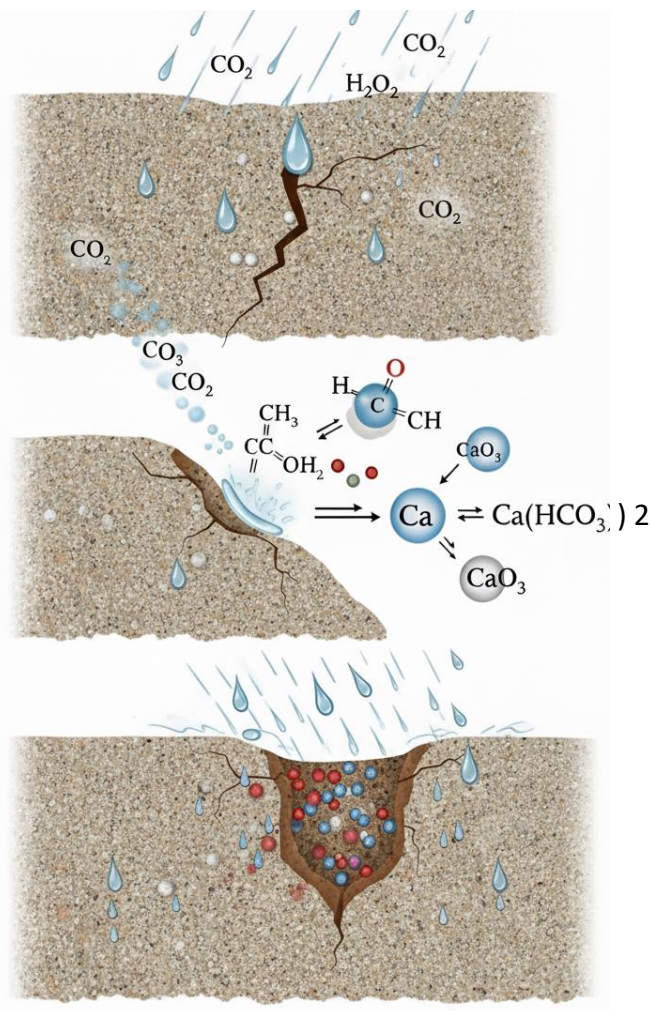
Resumen del proceso completo

1. Carbonatación: El dióxido de carbono (CO_2) del aire se mezcla con el agua (H_2O) presente en el mortero, formando ácido carbónico (H_2CO_3).



2. Bicarbonatación: El ácido carbónico reacciona con el carbonato de calcio (CaCO_3), el principal componente del mortero. Esta reacción produce bicarbonato de calcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), que, a diferencia del mortero original, es muy soluble en agua. $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

3. Lixiviación: El agua (de lluvia, humedad, etc.) arrastra el bicarbonato de calcio disuelto, causando que el mortero se disgrega poco a poco.



El Arte de la cal



El Arte de la cal

Dosificación de Arena y Aglutinante según: M.Sc. Duznel Zerqueras Amador
Director de la Escuela de Oficios
de Restauración de Trinidad.



1. La dosificación de los materiales generalmente es volumétrica.
2. La proporción de arena y cal no es una constante, sino arreglada a la calidad de ambas. Las proporciones más comunes son dos o tres de arena por una de cal
3. Lo correcto en todos los casos es que el volumen de cal sea igual que el porcentaje de vacíos que queda en los granos de arena, esta relación es la más perfecta, añadiéndole un 10 % más de cal que ese volumen para evitar los descuidos en el batido de la mezcla

Procedimiento

Esta relación es fácil de lograr: Para ello se toma un recipiente graduado lleno de arena seca y otro recipiente también graduado con agua. Añadimos agua a la arena del recipiente hasta que la arena esté al 100 % de saturación.

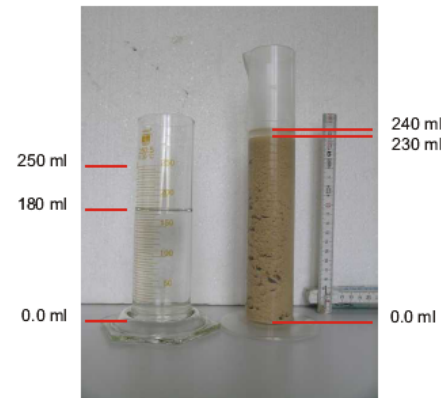
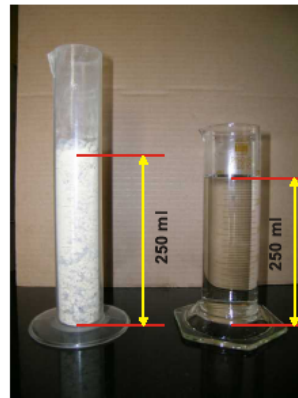
El volumen de agua que ésta ha consumido más el 10 % de ese volumen será la cantidad necesaria de cal para cubrir los vacíos de la arena.

comentario

El utilizar más cal no es beneficioso a la calidad del mortero, éste tendrá más retracciones, mayor distancia entre el material inerte lo que disminuye la resistencia del mortero y menos cal pues no habrá la adherencia adecuada entre las partículas inertes.



Selección del Material.



Su preparación.

ejemplo

agua utilizado	70 ml
<u>agua superfluo en el recipiente de la arena</u>	<u>10 ml</u>
agua hasta la saturación de la arena	60 ml

volumen arena con mojada *	230 ml
volumen de los vacios en la arena	60 ml

+ 10 % de los vacios	<u>6 ml</u>	<u>66 ml</u>
----------------------	-------------	--------------

<u>dosificación arena - aglutinante</u>	<u>3.5 : 1</u>
---	----------------

* tiempo de espera (1 día)
hasta que la mezcla de agua
y arena se siente bien !

Su combinación.

muchas gracias



ORGANIZAN:



FADEA
Federación Argentina de
Entidades de Arquitectos



cauper
Colegio de Arquitectura y Urbanismo
Provincia de Entre Ríos



COLEGIO DE
ARQUITECTOS
DE TUCUMÁN



MÁS INFO:

www.redprotierra.com.ar



COLEGIO DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
PROVINCIA DE SAN LUIS



Colegio de Arquitectos
de la provincia del Chubut



Centro de Estudios
sobre Patrimonios y Ambiente
EAUP-EHYS_UNSAM



Gasetí Gazún
Asociación Civil





Las lechadas habitualmente manejadas tienen una proporción de 150 a 400 g de hidróxido de calcio por litro de agua.



Tema. Revestimientos con morteros de cal

1. Revestimientos Definición

Revestimientos con mortero de cal.

Sucesivas capas de mortero que usan como aglomerante la cal, las cuales dan terminación al muro. Son todas las capas superpuestas al muro con el fin de protegerlo de la intemperie y de ornamentarlo. Estos son la piel del edificio y la gran mayoría de las lesiones que estos presentan se reflejan en los revestimiento, ya sean asentamiento en la edificación, humedades, presencia de sales, etc. De su buena aplicación y compatibilidad de los materiales usados depende la transpiración del muro, fenómeno indispensable en la supervivencia con calidad de estos. El hecho que no sea un elemento estructural no le resta importancia como componente del edificio, estos muestran al espectador el estado de salud del edificio.

Tema. Revestimientos con morteros de cal

1. Revestimientos Definición

Partes de un revestimiento.

- 1. Enfoscado o Resano:** son las primeras capas que se le aplican al muro con el fin de cubrir todas las irregularidades que este pueda presentar y lograr una superficie plana con cierta verticalidad y en proporción con el paramento. Generalmente se aplican dos capas que sirven de base al revoco. Algunos autores le denominan también a esta operación jarrados. Villanueva los define como:<< la maniobra que se realiza para el arreglo de una pared , sobre el cual se hacen los blanqueos, revocos y últimos pulimentos. Se hacen con mezcla de cal y arena, solos de yeso, o bien de yeso y arena>> I. Garate Roja, Pag.136

Tema. Revestimientos con morteros de cal

1. Revestimientos Definición

Partes de un revestimiento.

2. **Revoco:** son las capas aplicadas sobre el resano o enfoscado, con una granulometría de árido más fina que las anteriores, en ocasiones a esta mezcla se le añade pigmentos para lograr texturas y colores deseados en la terminación, al ser la capa ornamental final del muro. Pueden ser varias capas y generalmente se aplican proyectadas o tendidas sobre el muro.

Tipos de revocos

Enlucidos : están dentro de los revocos y son una mezcla fina de cal y arena en proporciones generalmente de dos parte de arena muy fina por una de cal, que se aplica sobre los resanos para lograr superficies completamente lisas, a cuchara de albañil pulimentando la superficie con la punta de esta , a lo que comúnmente llamamos quemado. En ocasiones se combinan con pigmentos naturales.

Tipos de revocos

Estucos: son las imitaciones a las piedras naturales, pueden ser en yeso o a base de cal, como los aspeados. Existen tres grande familia de estos:

1. Compuestos básicamente de yeso y cal con el yeso previamente amasado con lechazo de cal.
2. Compuesto de cal y polvo de mármol y planchado en caliente.
3. Estucos en composición a imitaciones a mármoles con mezcla de yeso, cola y pigmentos.

Tipos de revocos

Esgrafiados: este consiste en superposiciones de capa de revoco con distintos colorantes, que al retirar alguna de éstas quedan descubiertas las anteriores y se consigue así una decoración policromada resistente. Para ello se emplean los esgrafiadores. Este tipo de revoco es utilizado en muy pocas ciudades en Cuba. Camagüey es una de ellas.

Tipos de revocos

Falso despiece o almohadillados : este consiste en aparentar sillares de piedra, realizando un encuadrado con listones de madera los cuales se rellenan con morteros pigmentados, los más simples se realizan rallando con una herramienta puntiaguda y logrando el despiece.



Tema. Revestimientos con morteros de cal

Tipo de revestimientos más usados en Trinidad en los siglos XVIII y XIX

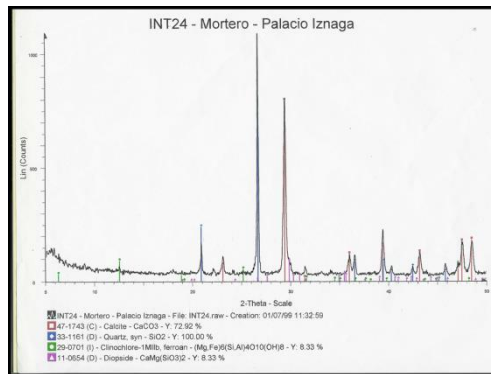
Trinidad es una ciudad vestida de cal, todas sus edificaciones fueron concebidas para ser revestida, con mortero de cal y arena, sin mayor abolengo en sus terminaciones que sus exquisitos **enlucidos**, preparados para recibir las pinturas murales en seco de amplia difusión en nuestra ciudad, **falsos despiezos** y pequeños **almohadillados** con muy poca aplicación. No se ven alusiones a esgrafiados y otras técnicas de revoco.

Los estucos y imitaciones a las piedras naturales como al mármol llegan muy tardías a principios del siglo XX y con muy poca aplicación un ejemplo de esto está en la iglesia de la calle Gutiérrez esquina San Proscopio que data del 1920 y otras casas eclécticas de este período.

Tema. Revestimientos con morteros de cal

Tipo de revestimientos más usados en Trinidad en los siglos XVIII y XIX

Anterior a estas no hay alusión al uso del yeso para los revestimientos incluso ni en los falsos techos compuestos de listones de madera fijado a las vigas de los cuales Joaquín Weiss y Sánchez hace mención en su libro “Techos de armaduras cubanos”. Tal es el caso de la casa Malibrán de la calle Desengaño #507 , el cual es a base de un mortero de cal, arena y pelo animal, la terminación es un enlucido de cal, de similar composición son los morteros de los tabiques de la propia casa, los del palacio Iznaga y los revestimientos de los aleros de gola muy típicos de nuestra ciudad.



Análisis de laboratorio. RRX



Alero casa Real del Jigüe 171. Curso Maestro Restaurador



3. Materiales básicos

Materiales básicos para realizar los morteros.

- 1- El agua.
- 2- Las arenas.
- 3- material suelo
- 3- La Cal.

Para la realización de los trabajos de restauración es indispensable conocer la naturaleza de los materiales con que trabajamos, de su comportamiento depende la durabilidad de la ejecución. La edificación en su conjunto tiene que armonizar con cada uno de sus componentes para que sobreviva, de lo contrario será siempre enfermiza y al igual que el cuerpo humano morirá prematuramente.



El agua.

Se dosifica de modo que dé docilidad al mortero, nunca se empleará en exceso, pues aunque así sea más fluido el mortero, producirá más retracciones en su fraguado. Esto sólo trae consigo que se separe la masa aumentando la porosidad indebidamente, ya que las partículas de mortero pueden retener un volumen fijo de agua.

El agua para los morteros puede ser cualquiera siempre que estén limpias y no contengan sales, son las consideradas potables.

El agua.

Dentro de esta gran gama podemos citar las de ríos, las de fuentes o pozos y las de lluvias. Las de ríos son preferibles a las de fuentes o pozos, por ser más blandas, (las de menor cantidad de sales), no deben ser minerales ni selenitosas, pues retardan o impiden el fraguado. Las de ríos deben comprobarse que no contengan ácidos o grasa procedentes de fábricas aledañas a estos.

El agua.

... las aguas de mar producen eflorescencias, disminuyen el entumecimiento de la cal – dicen algunos autores -, pero no tienen otra influencia sobre la solidez de los morteros, que incluso pueden tomar una consistencia igual o mayor que con agua dulce...I. Garate Roja “Artes de la cal” pág. 81.

Las aguas de lluvias no son convenientes por ser muy puras y producen reacciones ácidas.

Las de charcas estancadas no son buenas por ser muy gruesas e inmundas.

Materiales pétreos.

Los que provienen de la roca madre o igual composición que esta.



Materiales Pétreos

Pétreos Naturales

Rocas, arenas y suelo

Se usan sin transformaciones, aunque pueden sufrir procesos industriales de mejoramiento

Pétreos Aglomerantes

Cal, yeso, cemento

Sufren transformaciones de cocción y trituración

Pétreos artificiales

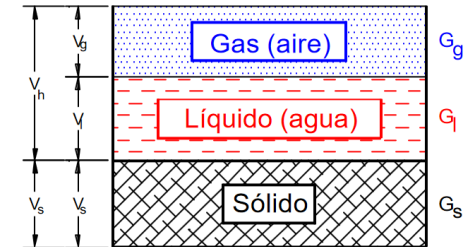
Cerámica y vidrio

Sufren transformaciones de cocción

PESO ESPECÍFICO



Componente sólido del suelo



Composición trifásica del suelo, Liquida, solida y graciososa

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Gravas → Partículas visibles y gruesas ≥ 2 mm

Arenas → Partículas visibles y finas < 2 mm

Limos → Partículas no visibles y tacto áspero

Arcillas → Partículas no visibles y tacto suave

DIAMETRO DE PARTICULAS d [mm]	DENOMINACION
$d < 0.002$	Arcilla
$0.002 < d < 0.006$	Limo fino
$0.006 < d < 0.02$	Limo medio
$0.02 < d < 0.06$	Limo grueso
$0.06 < d < 0.2$	Arena fina
$0.2 < d < 0.6$	Arena Media
$0.6 < d < 2$	Arena Gruesa
$2 < d < 6$	Grava fina
$6 < d < 20$	Grava media
$20 < d < 60$	Grava gruesa
$d > 60$	Piedras

DIFERENCIAS ENTRE GRAVAS Y ARENAS

Gravas (> 2 mm) Arenas (entre 0,006 y 2 mm)

DIFERENCIA ENTRE ARENAS Y LIMOS

Arenas (entre 0,06 y 2 mm)

Limos (entre 0,002 y 0,06 mm)

DIFERENCIA ENTRE LIMOS Y ARCILLAS

Limos (entre 0,002 y 0,06 mm)

Arcillas ($< 0,002$ mm)

Las arenas.

Estas son el resultado de la descomposición natural o artificial de las rocas, se clasifican como áridos finos dentro de la gran familia de estos, su uso principal es en la fabricación de morteros y hormigones portándoles resistencia, disminuyendo la porosidad y la retracción, dotándolos además de color y textura.

Origen según el lugar de extracción



Arenas de río



Arenas de mina

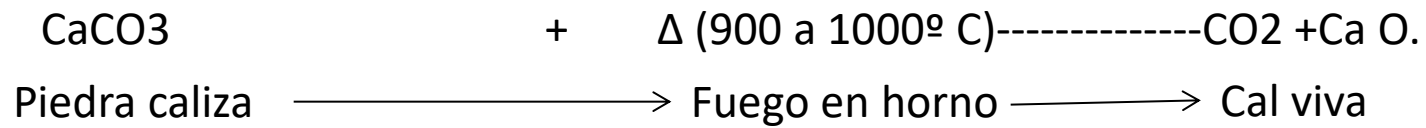


Arenas de mar

La Cal.

La cal es el material aglomerante de más historia en la construcción de edificaciones, su uso se remonta al neolítico, una de las primeras aplicaciones de la que se tiene evidencia fue en la ciudad de Catal 6000 a.C. en la actual Turquía, como también la cultura de Jericó. Se han encontrado en ellas la presencia de la utilización de la cal en cisternas, pisos de morteros de cal, además de sus revestimientos y decoraciones.(1) Artes de la Cal p. 61.

Proceso de obtención de la cal



1. La dosificación de los materiales generalmente es volumétrica.
2. La proporción de arena y cal no es una constante, sino arreglada a la calidad de ambas. Las proporciones más comunes son dos o tres de arena por una de cal.
3. Lo correcto en todos los casos es que el volumen de cal sea igual que el porcentaje de vacíos que queda en los granos de arena, esta relación es la más perfecta, añadiéndole un 10 % más de cal que ese volumen para evitar los descuidos en el batido de la mezcla.

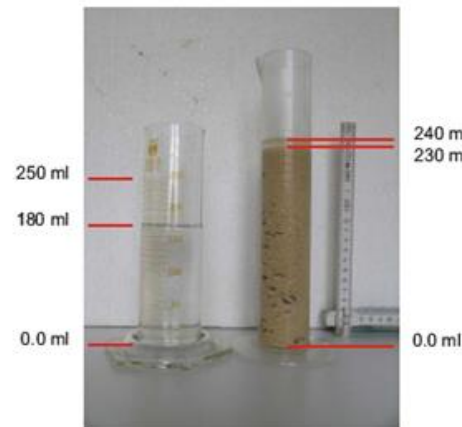
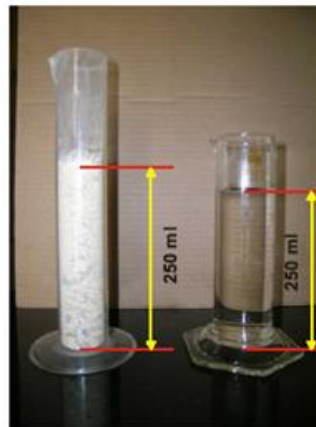
Procedimiento

Esta relación es fácil de lograr: Para ello se toma un recipiente graduado lleno de arena seca y otro recipiente también graduado con agua. Añadimos agua a la arena del recipiente hasta que la arena esté al 100 % de saturación.

El volumen de agua que ésta ha consumido más el 10 % de ese volumen será la cantidad necesaria de cal para cubrir los vacíos de la arena.

comentario

El utilizar más cal no es beneficioso a la calidad del mortero, éste tendrá más retracciones, mayor distancia entre el material inerte lo que disminuye la resistencia del mortero y menos cal pues no habrá la adherencia adecuada entre las partículas inertes.



ejemplo

agua utilizado	70 ml
<u>agua superfluo en el recipiente de la arena</u>	<u>10 ml</u>
agua hasta la saturación de la arena	60 ml

volumen arena con mojada *	230 ml
volumen de los vacíos en la arena	60 ml

* tiempo de espera (1 día)
 hasta que la mezcla de agua
 y arena se siente bien !

+ 10 % de los vacíos	<u>6 ml</u>	<u>66 ml</u>
----------------------	-------------	--------------

<u>dosificación arena - aglutinante</u>	<u>3.5 : 1</u>
---	----------------

