

MAMPOSTERIAS DE LADRILLOS CERAMICOS COMUNES

Características Tecnológicas, Durabilidad y Técnicas de Reparación

Traversa L. P.*

*LEMIT, Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica.
Av. 52 entre 121 y 122. La Plata (1900). Tel.: 0221 483 1142/44 e mail dirección@lemit.gov.ar

RESUMEN.

La mampostería de ladrillos comunes conformada por elementos cerámicos de reducidas dimensiones unidos por mortero se emplea en muros divisorios, estructuras resistentes y en algunos casos, como cimentación.

Las propiedades de la mampostería dependen de las características de los elementos que la componen (ladrillos cerámicos y mortero) y fundamentalmente, de las de la interfase.

En este trabajo, se presentan las características tecnológicas de las mamposterías de ladrillos comunes, se realizan comentarios sobre los distintos tipos de morteros y se analizan las patologías o alteraciones que presentan a lo largo de su vida útil. Además, se realizan algunos comentarios sobre técnicas de reparación.

1. INTRODUCCIÓN

La mampostería de ladrillos cerámicos es un tipo de cerramiento, formada por elementos cerámicos de reducidas dimensiones, unidos por morteros de cal y / o cemento con arena y generalmente terminados con una capa de revoque ejecutado con morteros similares a los del asentamiento. Actualmente, y desde hace algunos años, se utiliza para elaborar el mortero de asiento, cemento de albañilería, desarrollado en Estados Unidos para incrementar el rendimiento como así también la calidad final de los morteros. Estos cementos están constituidos por clinker de cemento portland normal con la adición de materiales que mejoran la plasticidad y la retención de agua. Puede plantearse, entonces, que el cemento de albañilería presenta propiedades intermedias entre la cal y el cemento portland normal.

El empleo de mampuestos de barro secos al sol para la construcción de muros de viviendas asentados en morteros de arcilla se remonta al antiguo Egipto, y la de ladrillos cocidos es conocida en la Mesopotamia y en la India desde épocas muy tempranas y fue incorporado en Egipto con la ocupación romana. Esta tecnología también es empleada por las culturas americanas en viviendas y en centros ceremoniales.

En la pampa húmeda argentina, las primeras construcciones se realizaron con los materiales disponibles: tierra adicionada con algunos vegetales, técnica con una larga tradición en regiones en las cuales no existen o son escasos otros materiales, como por ejemplo, la piedra. También se empleaba la pared de chorizo, realizada con parantes de palo y “chorizos de paja” que se tejían alrededor de tientos de cuero unidos a los parantes. Luego, se revestían con barro mezclado con materia orgánica.

Otra técnica utilizada para elevar muros es la denominada “Tapia de Tierra Apisonada”, en la cual se emplea un encofrado en el que coloca tierra en capas, apisonándolas hasta alcanzar una determinada densidad. Con posterioridad, se han desarrollado técnicas en las cuales se emplea suelo con adición de un pequeño porcentaje de cemento, obteniéndose el material denominado suelo-cemento, con el cual pueden ejecutarse construcciones de diverso tipo.

En algunas construcciones se ha empleado el adobe que se fabrica a partir de tierra mezclada con estiércol o paja, con una determinada dimensión a partir de una adobera, frecuentemente de madera. Los adobes se dejan secar por ambas caras. Este material, al igual que la tapia, presenta una durabilidad relativa ya que los ciclos de humedad y secado lo afecta. El adobe es un material de bajo costo, ya que no insume en su elaboración combustibles que, en algunas regiones, como por ejemplo la pampa, es un elemento de escasa disponibilidad. Su uso ha coexistido con el de los ladrillos cerámicos, material obtenido con un proceso tecnológico más complejo y, consecuentemente más caro.

Los muros de mampostería de ladrillos cerámicos asentados en morteros cementíceos, deben ser considerados fundamentalmente como un material compuesto constituido por los mampuestos cerámicos, el mortero de asiento y la interfase entre ambos materiales. En el caso de muros con revoques, la complejidad del sistema se incrementa al aparecer nuevos materiales y, fundamentalmente, nuevas interfaces. Debe recordarse que en los materiales compuestos la zona de interfase es la que presentan mayor complejidad y en los materiales en los cuales uno de los componentes es de origen cementíceo, esta zona presenta las características más débiles debido a su alta porosidad.

2. CONCEPTOS GENERALES SOBRE DURABILIDAD

Todo material es diseñado partiendo de dos conceptos fundamentales: Resistencia y Durabilidad. El concepto de resistencia de un material se vincula con su capacidad para soportar los esfuerzos que origina el funcionamiento de la estructura en la cual se ha incorporado. En cuanto a la durabilidad (capacidad de duración según el Manual Americano de la Construcción, edición 1952), puede plantearse como la capacidad de un material para resistir hasta cierto punto los efectos de las condiciones de servicio a que estará sujeto (meteorización, acción química, desgaste, etc.).

Esta definición de la durabilidad es tomada por otros reglamentos, como por ejemplo el Proyecto de Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón, edición 1964 o el CIRSOC 201, edición 2002. En este último reglamento se menciona que el hormigón debe resistir debidamente la acción destructora del medio ambiente en el cual la estructura estará expuesta durante su vida útil.

La falta de definición explícita de la vida útil prevista para las estructuras, parece estar vinculado fuertemente con la creencia que las mismas son construidas para una vida ilimitada. La existencia de estructuras con siglos de vida parecía justificar este concepto. Sin embargo, en todos los casos, la vida de la estructura es función directa de la durabilidad de los materiales con los cuales está ejecutada, cuando la misma no tiene problemas o patologías originadas en diseños inadecuados, que conducen a roturas previas por sobrecargas excesivas o usos no adecuados.

3. MECANISMOS DE DEGRADACIÓN DE LAS MAMPOSTERIAS

En líneas generales debe plantearse que el deterioro de los materiales puede deberse a varios factores, algunos asociados con sus características intrínsecas, estructurales o composicionales y otros, originados por agentes externos. En todos los casos, el agua es el agente necesario para que se originen y desarrollen los procesos de deterioro. El ingreso de agua al muro puede deberse a algunos de los mecanismos denominados de capilaridad y de permeabilidad (ver figura 1).

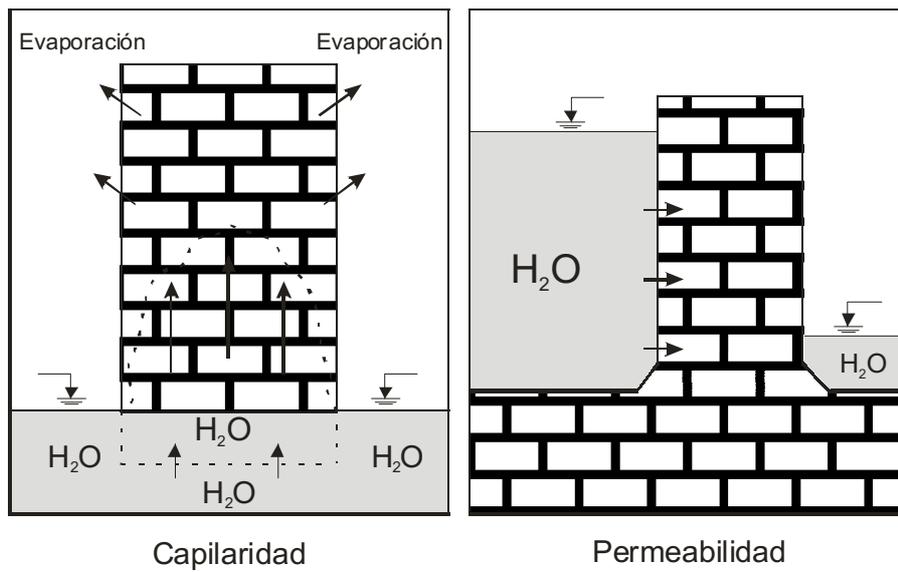


FIGURA 1: Esquemas de diferentes mecanismos de ingreso del agua a un material

Es conocido que cuando se coloca un tubo capilar en un recipiente que contiene un líquido, el mismo asciende por efecto de la capilaridad, hasta alcanzar una determinada altura. Esta altura depende de las características del líquido, y fundamentalmente, del radio del capilar. Cuanto menor es el radio del capilar, mayor será la altura a la cual asciende el líquido. Este concepto es de fundamental importancia, ya que el transporte de agua por capilaridad se vincula con una de las patologías más habituales en muros, como es la humedad ascendente. La circulación de agua por los materiales cementíceos y cerámicos puede originar la lixiviación de alguno de sus componentes, en particular, el hidróxido de calcio o sales de alta solubilidad, que en las áreas de evaporación depósitos de color blanquecino con distinto grado de compactación y adhesión al muro.

El mecanismo de permeabilidad está directamente vinculado al gradiente hidráulico y también, al diámetro de los poros. Cuanto mayor es el diámetro (área) de estos últimos, mayor será el caudal de agua que circule, en particular, en aquellos muros en contacto con agua en una de sus caras, como por ejemplo, en muros externos de viviendas, sometidos al mojado por agua de lluvia o muros internos sometidos a filtraciones por deficiencia de techos o azoteas (humedad descendente).

Además, los muros de mampostería, pueden sufrir daños físicos por sobrecarga, temperatura, impacto, abrasión, congelación y deshielo, etc. y pueden encontrarse

fisurados por fenómenos de contracción plástica y / o por contracción por secado del mortero de asiento y / o de los revoques, originados durante la etapa constructiva. También, la presencia de microorganismos, organismos o plantas afectan a los muros de mampostería, tanto física como químicamente. Los ácidos orgánicos, en particular los secretados por diversas especies de líquenes que colonizan las superficies carbonatadas de los revoques cementíceos, originan su alteración. La degradación, si bien es superficial, de pocos milímetros de profundidad, afecta la estética de los elementos estructurales. Esta situación conlleva a tener que limpiar las superficies expuestas, por ejemplo mediante técnicas de hidrolavado, encareciendo los costos de mantenimiento y generando una dispersión de los líquenes que vuelven a crecer en las zonas limpiadas y en otras no colonizadas hasta ese momento. La existencia de plantas (helechos, etc.) origina deterioros físicos, ya que crecen en fisuras que se incrementan en espesor al desarrollarse la planta o ante ciclos de mojado y secado. El modelo que esquematiza a todos los procesos de degradación de los materiales, que es una generalización del propuesto por Tutti, K. para la corrosión de las armaduras, incluye dos períodos diferenciados (ver Figura 2):

* **Período de iniciación (Pi):** tiempo que tardan las sustancias denominadas agresivas y reactivas en ponerse en contacto. En algunos casos el Pi es elevado ya que las velocidades de transporte de las sustancias en el material son lentas, debido a su baja porosidad, y particularmente, a la conectividad de su red capilar. La transferencia de materia, por ejemplo agua en medios porosos depende de la distribución de tamaños de poros y, básicamente, de su conectividad. En el caso de los materiales cementíceos, el grado de conectividad de la estructura porosa depende básicamente del volumen de material cementante empleado y del grado de hidratación alcanzado. Este último factor hace también que se reduzca el diámetro de los poros capilares.

En la zona de contacto del material de asiento o del revoque con el ladrillo, aparece conformada una zona de interfase con características particulares ya que presenta una mayor porosidad y mayor diámetro de poros. Estas características son apreciables para un espesor variable, entre 50 y 100 micrómetros, y deben ser atribuidas al efecto pared como así también al efecto de hidratación unilateral (ver figura 3)

***Período de propagación (Pp):** tiempo durante el cual se producen las reacciones cuyos resultados pueden llevar a deterioros inaceptables para la seguridad, funcionalidad o estética de la estructura. En la mayoría de los procesos de degradación y en particular en los químicos, las temperaturas elevadas actúan como acelerantes del proceso.

En todos los casos debe plantearse que la alterabilidad de los materiales no conlleva a la del elemento estructural o a la de la estructura. Solamente cuando los elementos estructurales presentan una alta criticidad estructural o funcional, su deterioro origina la necesidad de su reparación inmediata, ya que en caso contrario puede producirse el colapso estructural.

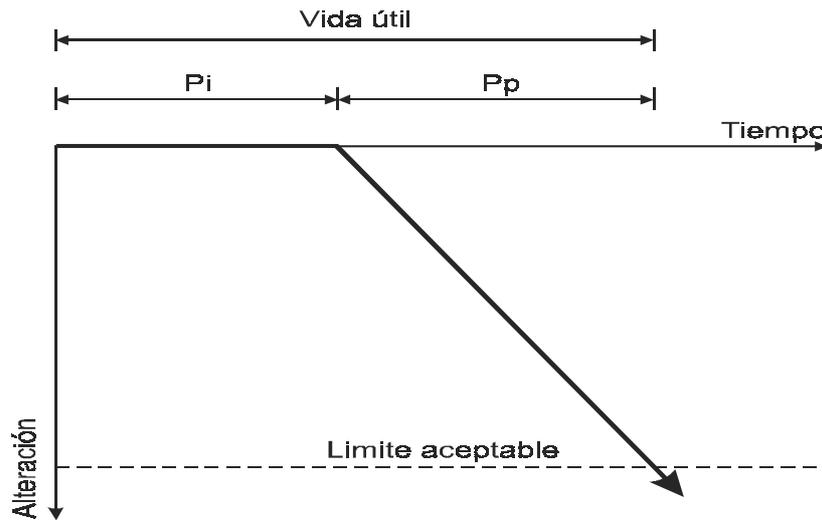


FIGURA 2: Esquema de degradación

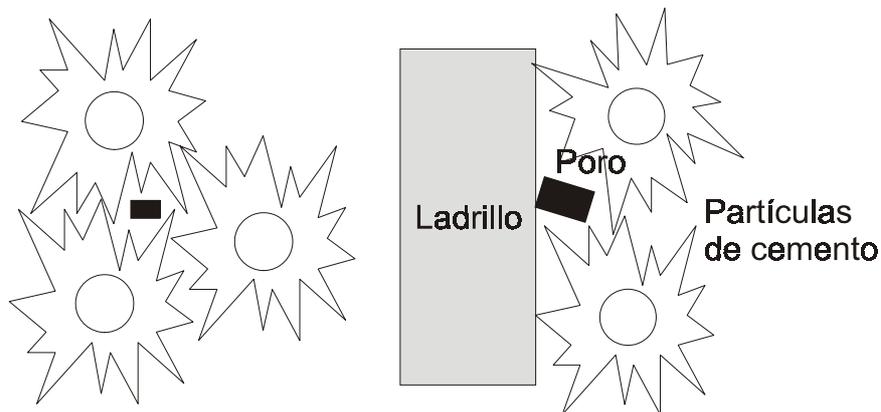


FIGURA 3: Esquema del efecto de crecimiento unilateral de productos de hidratación en la zona de interfase

4. Características tecnológicas de las mamposterías de ladrillos

A continuación, se indican las principales características físico-mecánicas de los muros de mampostería y su vinculación con la de los materiales constituyentes.

Absorción de agua: Los ladrillos cerámicos comunes tienen una absorción, en término medio del orden del 15-20% de su peso seco, lo cual origina condiciones favorables para el comportamiento del paramento interior de los muros, ya que éstos deben actuar como reguladores de la humedad relativa del ambiente interior de la vivienda. Esta característica no es beneficiosa para el paramento exterior, ya que éste debe ser impermeable. Esta deficiencia se corrige empleando como revoque un mortero en base a cemento y arena que impermeabiliza el paramento. La Norma IRAM 12566/93, indica que la absorción tiene que ser menor del 15%.

Densidad: Los ladrillos presentan una densidad media del orden de 1.600 kg/m³, mientras que la normativa exige una densidad mayor de 1.000 kg/m³.

Resistencia a Compresión: Los ladrillos cerámicos macizos presentan resistencias variables, que dependen fundamentalmente de la función del muro del cual forman parte. La norma IRAM 12566/93 define a los ladrillos con capacidad portante a los que superan los 35 kg/cm² de resistencia a compresión, y los que tienen resistencia menor pueden ser empleados solamente en elementos no portantes.

En los muros de ladrillos cerámicos comunes, la rotura bajo cargas de compresión se manifiesta por la aparición de fisuras verticales en toda la altura que atraviesan en muros adecuadamente diseñados, indistintamente sectores de cerámica o mortero. Experiencias de laboratorio han indicado que muros (12 cm de ancho, 100cm de largo y 220cm de altura) ejecutados con cerámicos comunes, alcanzan una resistencia de rotura de 35 Kg/cm². Debe mencionarse que el ladrillo individualmente tiene una resistencia mayor que la del muro, lo cual está indicando claramente que en elementos compuestos la resistencia es una función de los materiales intervinientes (ladrillo y mezcla de asiento), como así también, y fundamentalmente, de las propiedades de la interfase.

Además, experiencias realizadas muestran que la resistencia a compresión de la mampostería no aumenta proporcionalmente con la resistencia a compresión del mortero de asiento. El incremento del contenido de cemento portland en el mortero origina aumentos en la resistencia a compresión y también, en la adherencia ladrillo-mortero. Este último factor hace que la resistencia de la mampostería se incremente ya que la misma es función de la adherencia que se logra entre los materiales componentes.

Estabilidad dimensional: la variación de dimensiones que se producen por cambios extremos en el contenido de humedad, es decir, entre los estados anhidro y saturado, para el caso de los ladrillos cerámicos, está por debajo del 0,1%.

En lo que respecta a los morteros de asiento, sus variaciones dimensionales pueden llegar a valores más altos, pero considerando que se usan en capas de reducido espesor con buena adherencia con los cerámicos, éstos se oponen a su movimiento. Puede, sin embargo, producirse microfisuras muy próximas que no alteran el comportamiento resistente del muro, pero pueden llegar a afectar la durabilidad, ya que las fisuras son canales de circulación que se suman a la red de poros.

En base a este comportamiento de estabilidad dimensional la mampostería de ladrillos cerámicos admite cualquier tipo de revestimiento, incluyendo los rígidos.

4.1. Características de los ladrillos cerámicos comunes

En la Argentina, la materia prima para la fabricación de ladrillos proviene de la explotación de los horizontes humíferos de suelos que deben contener entre un 15-20 % de arena fina a muy fina, 20-40 % de arcillas, correspondiendo el resto a la fracción limo. Estos suelos carecen de arenas gruesas, arcillas del tipo esmectitas (expandibles) como las del grupo de la montmorillonita, muy comunes en suelos de la provincia de Buenos Aires, material de tipo calcáreo y contenidos mínimos de sales solubles, por problemas posteriores de lixiviación. Se entiende por lixiviación las manchas y de depósitos blanquecinos sobre la superficie del ladrillo, que se originan en ciclos de mojado y secado o por capilaridad.

A continuación se informan algunos estudios realizados en el LEMIT sobre ladrillos cerámicos comunes, que incluyen ensayos indicados en la normativa IRAM: Densidad con muestras saturadas y superficies secas (norma IRAM 1520), absorción de agua por inmersión durante 24 horas (norma IRAM 1520) y resistencia

a flexión con carga central (norma IRAM 12587). y ensayo de compresión. En la Tabla 1, se indican las características tecnológicas evaluadas.

Tomando como patrón las muestras 13, 14 y 15, elaboradas en la actualidad, se observan altos valores de absorción en varias muestras, que a su vez coinciden con bajos valores de peso específico. Complementariamente a la escasa tecnología con que fueron elaborados dichos ladrillos antiguos, es posible que se pueda atribuir los altos valores de absorción a la degradación y alteración a que fueron sometidos durante su vida en servicio, por las condiciones climáticas reinantes en la zona, que es de tipo cálido y húmedo (con unos 1.000 milímetros de promedio de agua caída por año), que provoca la aceleración de su alteración, máxime si los muros no están revocados o si estos se encuentran en estado deficiente.

Además, en algunos casos, debe sumarse la posición del nivel freático que también colabora con la degradación del material al estar sometidos a ciclos de mojado y secado, situación maximizada cuando el agua cuenta con alto contenido salino como por ejemplo la que se encuentra en los llanos inundables de la franja costera del Río de la Plata.

Tabla 1. Características físico-mecánicas de ladrillos cerámicos comunes de distintas épocas y procedencias

Muestra	Lugar	Año	Dsss	Ab (%)	Resistencia (kg/cm ²)	
					Flexión	Compresión
1	Casa Ameghino	1857	1.32	31.5	9.5	62.3
2	Guardia de Juncal	1780	1.39	29.4	33.3	130.0
3	Ruinas Telégrafo	ant. 1850	1.65	15.7	---	151.6
4	Fuerte Barragán	1801	1.75	---	7.4	---
5	Atalaya	1885	1.21	39.7	17.3	12.9
6	Iglesia Del Pilar	ant. 1850	1.38	26.9	19.3	54.8
7	Fuerte Bs. As.	ant. 1850	1.52	23.5	36.7	185.6
8	Perú y Av. De Mayo	ant. 1850	1.52	22.1	27.2	220.7
9	Perú y Av. De Mayo	ant. 1850	1.49	23.8	11.3	48.0
10	Casa P. Benoit	ant. 1850	1.30	32.7	5.1	57.6
11	Mza. de las Luces	ant. 1850	1.37	31.6	11.7	96.8
12	Plaza R. Art	1850	1.81	16.7	26.7	62.0
13	La Plata	2002	1.72	18.4	31.4	268.8
14	Chacabuco	1993	---	24.3	18.6	104.5
15	Chivilcoy	1993	---	21.6	37.2	125.1

En el caso de la resistencia a compresión, se observan grados diferentes en los valores obtenidos. Tomando como valor de referencia 35 kg/cm² se observa que la mayoría cumple con esta característica mecánica que le otorga la calificación de portantes.

El análisis por difracción de rayos X indica que el componente mayoritario es el cuarzo, mientras que los minoritarios están conformados por feldespatos alcalinos y calcosódicos, material arcilloso, amorfos y óxidos de hierro.

Alteración de los ladrillos cerámicos

Los ladrillos cerámicos presentan distintos procesos y grado de alteración a través de su vida en servicio. El deterioro y la pérdida de consistencia se acentúa por el aumento de la porosidad secundaria desarrollada a partir de la porosidad primaria obtenida durante su elaboración. Esta porosidad se desarrolla con el transcurso del tiempo en mayor o menor medida a consecuencia de la exposición ante los agentes climáticos a que esta sometido el ladrillo, siendo la humedad ascendente y la circulación de agua de origen pluvial los principales agentes degradantes.

El citado proceso de degradación se acentúa en aquellas construcciones emplazadas en terrenos topográficamente bajos donde es común encontrar el nivel freático a escasa profundidad. Esta situación provoca una constante humedad en las fundaciones y el ascenso por capilaridad del agua en los muros en alturas variables, si no existe capa aisladora o la misma ha sufrido deterioros o envejecimiento. Esta situación provoca el deterioro progresivo de los materiales empleados y causa una constante degradación como así también la lixiviación de algunos compuestos, principalmente de sales solubles y del hidróxido de calcio que aparece en las superficies expuestas conformando depósitos de color blanquecino, lo cual degrada la estructura resistente de los materiales cementíceos, como así también, el área resistente. En el caso de aguas con elevados contenidos de sulfatos, los ciclos de mojado y secado aceleran la destrucción del mampuesto, ya que la sal al cristalizarse aumenta su volumen sometiendo al material a tensiones de tracción (procesos de degradación física).

4.2. Morteros de asiento

Entre los principales tipos de mortero empleados como mezcla de asiento pueden mencionarse los siguientes

Morteros de Cal: Este mortero que puede considerarse como el más antiguo, se obtiene con arena y cal, en una relación aproximadamente de un volumen de cal por tres de arena. Los primeros hornos de cal se construyeron en la Mesopotamia en el 2500 A.C., siendo este material utilizado como componente para la elaboración de morteros. En la Argentina, particularmente en la región próxima al Río de La Plata, la cal fue primero importada y, con posterioridad, traída desde Córdoba o desde Magdalena, debiendo citarse algunos hornos en la Región de La Plata.

En el horno de cal tiene lugar el proceso de descarbonatación de la piedra caliza que el óxido de calcio (Cal viva) y dióxido de carbono. Para apagar la cal se agrega agua, formándose hidróxido de calcio. Este material es el que se coloca en obra y al reaccionar con el anhídrido carbónico del aire, se regenera la caliza de origen, adquiriendo lentamente resistencia. Esta cal se denomina aérea porque necesita el dióxido del aire para fraguar.

Si la piedra caliza que da origen al proceso contiene impurezas (sílice, aluminio, hierro), en el horno se generan aluminatos y silicatos similares a los del cemento portland. Este tipo de cal se denomina hidráulica.

Morteros de cemento: Este mortero se obtiene con cemento portland y arena; sin embargo, son morteros demasiados resistentes para los usos de albañilería

normales, presentando una alta contracción por secado, lo que puede originar fisuras. La trabajabilidad de este tipo de morteros puede incrementarse con la adición de limos o arcillas, que lubriquen las partículas de aire.

Morteros de cemento y cal: Estos morteros reúnen las ventajas de los dos indicados anteriormente, o sea trabajabilidad y alta resistencia.

Morteros de cemento de albañilería: Se elaboran con cemento de albañilería ejecutados con una mezcla de clinker de cemento portland y la adición de materiales que incrementan la plasticidad y la retención de agua.

En la tabla 2, se informa a modo de ejemplo, estudios realizados sobre morteros de asiento preparados con distintos componentes, determinándose la resistencia a flexión, a compresión y la contracción por secado a la edad de 28 días.

TABLA 2 – Morteros de Asiento: Resistencia a Flexión (MR), Resistencia a Compresión (f') y Contracción por secado (CS), a la edad de 28 días

Mortero	Proporciones	Agua/ligante	MR (Kg/cm ²)	F' (Kg/cm ²)	CS (%)
CA:AS	1:3	0.75	13	25	0.065
CP:CH:AS	1:0.25:3.75	0.80	35	125	0.056
CP:CH:AS	1:1:6	0.92	21	53	0.069
CP:CH:AS	1:2.5:10.5	1.02	9	20	0.062

CA: Cemento de albañilería

CP: Cemento Portland

CH: Cal hidráulica

AS: Arena Silícea

En los morteros estudiados, la adherencia a los ladrillos determinada mediante evaluaciones de tracción y de corte se incrementa con su resistencia.

En la zona costera de la Provincia de Buenos Aires, en el siglo XIX y comienzos del XX, se han empleado en los morteros de asiento arenas provenientes de yacimientos próximos al emplazamiento. Los estudios mediante microscopio petrográfico y lupa binocular, indican que el material es de origen marino, constituido por fragmentos enteros y fragmentados de valvas de moluscos, correspondiente a depósitos del Platense, con la incorporación de arena muy fina obtenida de la playa del Río de La Plata.

Los depósitos de conchillas contribuyeron notoriamente al desarrollo de la construcción de los edificios fundacionales de la ciudad de La Plata y también fueron la materia prima de las primeras caleras con que contó la región. De estas no han quedado vestigios, pero se puede aseverar que dos de ellas se ubicaban en las calles 122 y 55 y en 122 y 32 aproximadamente.

En algunos casos, particularmente por razones de economía, el material de asiento corresponde a un suelo vegetal de color negro, con porcentaje variable de materia orgánica. Este material probablemente debe haber sido obtenido en las inmediaciones del lugar de emplazamiento.

Alteración de las mezclas de asiento

Todos los materiales presentan distintos procesos de alteración a través de su vida en servicio. Este proceso se acentúa a consecuencia del emplazamiento de las construcciones, ya que su alteración depende no sólo de la calidad original de los materiales empleados sino también y fundamentalmente de las condiciones ambientales en las que se encuentran expuestos.

Cuando se ha empleado cal o un material cementíceo, su degradación ocurre en aquellos casos en que existe humedad ascendente o descendente, por lo cual los productos hidratados se lixivian, generando un material deleznable.

En el caso que se halla empleado conchilla como agregado el deterioro y la pérdida de consistencia del material debe atribuirse a que los fragmentos biogénicos sufren con el transcurso del tiempo y la intemperización, un proceso de descalcificación que les otorga un carácter blando y deleznable.

Cuando las aguas ascendentes contienen sulfatos pueden ocurrir procesos físicos y / o químicos de alteración. El proceso físico por cristalización de sales incrementa las tensiones; en tanto que el químico, origina sulfoaluminatos que tienen un mayor volumen que los productos originales y, en consecuencia, fisuran y alteran el material.



Fotografías: Alteraciones de revoques y morteros de asiento

4.3. Revoques

Los muros de mampostería de ladrillos son revestidos tanto interiormente como exteriormente por mezclas cementíceas que conforman el revoque. En el caso de los revoques externos tienen como misión fundamental la de impermeabilizar al muro.

Estos morteros presentan características similares en lo que respecta a composición a las mezclas de asiento, utilizándose como ligantes cal y como agregados, arenas naturales. En algunos casos, particularmente en estructuras de antigua data, se utiliza como agregado porcentajes variables de conchilla, altamente triturada. También, se ha empleado la incorporación de polvo de ladrillos para otorgar plasticidad al material.

En la actualidad, estos revoques se realizan con cementos de albañilería.

Alteración de los revoques

Este tipo de material presenta las patologías habituales en aquellos aglomerados por ligantes cálcicos, en particular, cuando circula agua por su estructura porosa. En estos casos, las patologías se atribuyen a la lixiviación de los productos formados durante el proceso de hidratación del ligante, lo cual genera una disgregación del revoque.

En los revoques de los paramentos externos de los muros, el hidróxido de calcio formado durante los procesos de hidratación, se carbonatan en contacto con el medio ambiente. Esta situación origina un medio con un pH < o próximo a 10, que resulta ideal para que la superficie sea colonizada por líquenes que los afectarán tanto química como físicamente.

En los revoques, si han sido ejecutados con cal, puede ocurrir que los mismos presenten luego de un período de vida en servicio, reventones generalizados de pequeño diámetro, originados en la hidratación lenta del óxido de magnesio presente como contaminante en algunas cales.

En revoques de muros externos, ubicados en áreas industriales o semi-industriales debido a la presencia de un alto grado de contaminación, principalmente de compuestos de azufre y óxido de nitrógeno, se detectan alteraciones del material por reacciones químicas.

5. TÉCNICAS DE REPARACIÓN

Cuando se abordan problemas de limpieza y restauración, en primer lugar se debe realizar un estudio de las causales que han provocado los deterioros y solucionarlos antes de iniciar las tareas de reparación. Esta situación es de primordial importancia, ya que si no se eliminan las causales que han originado los deterioros, rápidamente reaparecerán los signos externos de dichas alteraciones.

Los materiales empleados en los revoques, como es el caso de los morteros ejecutados en base a cal, experimentan procesos de deterioro cuando se encuentran expuestos a ambientes externos, como ser el producido por el crecimiento de microorganismos, en particular algas en sectores húmedos y sombríos y/o líquenes, o por reacciones entre el material y los agentes contaminantes externos como así también los que tienen origen en su envejecimiento.

En líneas generales, pueden plantearse las siguientes etapas que deben desarrollarse para la limpieza y reparación de muros de mampostería de ladrillos

cerámicos comunes, afectados exclusivamente por acción de humedad ascendente o descendente:

- a) Eliminar los problemas que originan la presencia en los muros de humedad ascendente o descendente, mediante la reparación de las causales que la origina. En lo posible debe procurarse alejar de los muros, las caídas de agua de los desagües pluviales.
- b) Eliminar hierbas y plantas existentes en las fisuras y/o en juntas usando herramientas manuales adecuadas para asegurar que las raíces se extraigan completamente, en particular en aquellos sectores del muro que dadas sus condiciones se considera que pueden preservarse.
- c) En los lugares en los cuales se han extraído las hierbas y plantas, inyectar una solución de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) al 10% para esterilizar la cavidad.
- d) Efectuar una limpieza con solución de hipoclorito de sodio al 10% en aquellos sectores que hayan sido colonizados para eliminar la presencia de algas (verdín) y/o líquenes. En las zonas más colonizadas, esta tarea debe realizarse manualmente con pincel. Con posterioridad debe efectuarse un lavado adecuado, a fin de eliminar la presencia de cloruros, agente acelerante del proceso de corrosión de elementos metálicos.
- e) Efectuar un hidrolavado a baja presión en toda la superficie de los muros, aplicando el chorro de agua en ángulo y nunca perpendicular a la superficie (impacto tangencial). Esta medida tiende a evitar la abrasión y el aumento de rugosidad superficial, ya que los materiales cementíceos colonizados se ven fuertemente afectados por hidrolavados muy enérgicos. La fijación de los microorganismos al mortero origina su disgregación superficial por acción mecánica y en algunos casos, también, química por secreción de ácidos.
- f) Retirar el revoque fino y/o grueso mediante picado manual, en aquellos sectores que presenten alteraciones (microfisuras, fisuras, falta de cohesión entre sus componentes, etc.). Se tratará de retirar el material por paños a fin de que su reemplazo sea lo menos notorio posible respecto al material original. Además, se analizará la posibilidad de orientar hacia lugares poco visibles, por ejemplo juntas, intersección de muros, etc., las fisuras que se originen por contracción por secado del material a colocar.
- g) Colocar nuevos revoques siguiendo las técnicas tradicionales aplicándolos sobre sustratos humedecidos con agua de cal hasta la saturación. Debe emplearse un material de similares características al mortero retirado en lo que respecta a su composición, para lo cual deberá identificarse el agregado fino empleado y utilizar uno de características granulométricas y mineralógicas similares con el fin de obtener texturas semejantes.
- h) Reconstruir los componentes deteriorados (molduras, piezas decorativas, etc.) empleando técnicas adecuadas de fijación entre estos elementos y el material existente. Si se emplean pernos metálicos para su fijación deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar procesos de corrosión de los mismos.
- i) Colocar ahuyenta palomas en todos aquellos sectores de la fachada de fácil acceso y estacionamiento de las mismas, ya que el guano ácido origina

alteraciones en los materiales cementíceos como así también el crecimiento acelerado de la microflora.

- j) Los materiales a emplear en las tareas de reparación de las fachadas externas, deben cumplir con los requisitos especificados en las Normas IRAM correspondientes.
- k) Las tareas descriptas en los puntos anteriores deben ser realizadas por personal calificado bajo una supervisión estricta de personal técnico con conocimiento del tema.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La mampostería de ladrillos cerámicos comunes presenta características tecnológicas que la hacen adecuadas para las funciones que cumple. Este tipo de elemento conformado por mampuestos cerámicos de reducidas dimensiones y unidos con morteros que han ido variando de características a través de tiempo, presenta la ventaja de adaptarse a casi todos los proyectos constructivos, en lo referente a forma y a las necesidades que imponen las características del medio ambiente.

Los muros ejecutados con mampuestos cerámicos comunes pueden presentar a lo largo de su vida distintas patologías originadas en su diseño y / o la durabilidad de los materiales empleados, y particularmente, del conjunto ladrillo-mezcla de asiento-revoque. Los aspectos de durabilidad se vinculan fuertemente con la circulación de agua en la estructura porosa de la mampostería, originada por mecanismos de capilaridad o permeabilidad.

Como consideración final, puede plantearse que tanto la resistencia de la mampostería como su durabilidad dependen del comportamiento del conjunto y no de sus materiales constitutivos. Este comportamiento es similar al de todo material compuesto, en el cual sus debilidades se encuentran fundamentalmente dadas por las características mínimas de alguno de sus componentes y por la interfase entre los mismos.

Agradecimientos: Se agradece la colaboración del personal del área Tecnología del Hormigón del LEMIT, en particular al Tec. Sebastián Marquez, por el diseño y elaboración de las figuras.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Cortelezzi, C. R.; Pavlicevic, R. E. y Pittori, C. A. 1997. Estudio geoeconómico de los sedimentos superficiales del sector norte del partido de Ensenada. Provincia de Buenos Aires. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral "Dr. Joaquín Frenguelli". Resúmenes, 189-191, Corrientes.
- 2.- Giovambattista, A.. 199. Vida en servicio de las estructuras para obras civiles. Un concepto con raíces antiguas que se proyecta al futuro. Revista Hormigón n° 34, 11-30.
- 3.- Longoni, R., Traversa, L. P. y Di Maio, A. A. (2001). Puentes históricos de la Provincia de Buenos Aires. Relevamiento y evaluación del estado de conservación. Jornadas Científico Tecnológicas sobre Prevención y Protección del Patrimonio

Cultural Iberoamericano de los Efectos del Biodeterioro Ambiental. Memorias 181-193. La Plata.

4.- Pittori, C. A. y Traversa. L. P. 2003. Estudio sobre mezclas de asientos de ladrillos en construcciones de fines del siglo XIX y principios del XX (en prensa). II Congreso Nacional de Arqueología Histórica. Río Grande, Tierra Del Fuego.

5.- LEMIT. 2001. Estancia Luis Chico, partido de Punta Indio, provincia de Buenos Aires. Informe Inédito. Lemit. La Plata.

6.- Donza, H. Moteros de Albañilería. X Reunión Técnica, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 1991.