

FISURAS EN LA MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS POR MOVIMIENTOS REOLÓGICOS DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Ing. Marzio Marella

Profesor de Estructuras especiales
Facultad de Ingeniería, Universidad de Montevideo

Como es bien conocido, las fisuras en los muros de ladrillos sean macizos o huecos, son causa frecuente de reclamos a constructores, arquitectos e ingenieros, y su reparación consume una parte no pequeña de los recursos destinados al mantenimiento de las viviendas durante los primeros años de vida.

En términos muy generales, las causas se pueden agrupar en dos tipos: 1- Las que se deben al propio comportamiento del muro como por ejemplo dilatación húmedica o térmica de los mampuestos, retracción del revoque o del mortero de toma o gradiente térmico en el muro. 2- Las que provienen de movimientos de la estructura, como por ejemplo los debidos a sobrecargas móviles, temperatura o retracción y fluencia del hormigón (reológicos).

Estos últimos, los reológicos, que son los que normalmente causan mayores problemas, son el objeto de este estudio.

Se dice desde hace mucho tiempo que el hormigón es un material “vivo”, para resaltar el hecho de que sufre movimientos aún cuando esté sometido a cargas constantes en el tiempo. Efectivamente, una pieza de hormigón armado, por ejemplo una viga sometida a cargas verticales, se deforma inicialmente bajo la acción de las mismas. Con el tiempo esta deformación crece en forma asintótica hasta que se estabiliza entre los 2 y los 4 años.

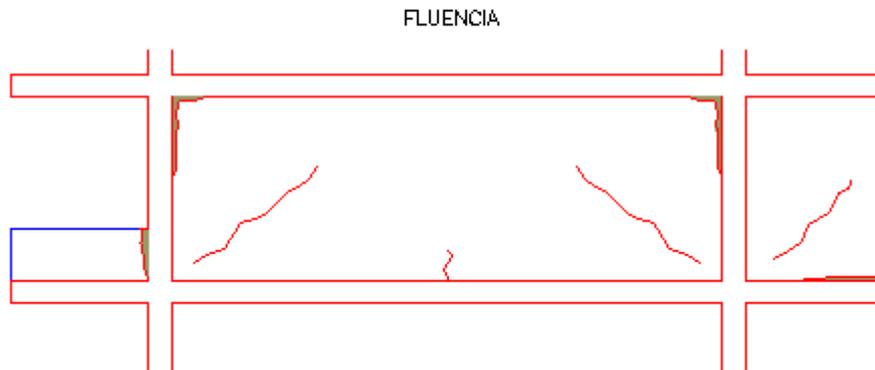
El valor de la flecha final está en el orden de 3 veces la deformación inicial y depende de la retracción, la fluencia y la cuantía. Las normas o las recomendaciones anexas suelen tener modelos de cálculo sencillos que permiten estimar con cierta precisión el valor de la flecha final. También suelen establecer límites para la relación flecha/luz.

El problema parecería estar dominado, sin embargo aun cuando cumpliendo estrictamente los valores normativos, en un cierto porcentaje de los casos aparecen fisuras en los muros atribuibles a movimientos reológicos de la estructura.

Estas fisuras no son índice de ninguna pérdida de capacidad resistente, y no suelen tener demasiada entidad, pero aparecen y se incrementan durante los primeros 2 a 4 años de servicio del edificio y dan lugar a una gran cantidad de reclamos por parte de los ocupantes.

En la figura siguiente se muestran las fisuras que pueden aparecer en un muro cuando el elemento de soporte (viga o losa) sufre deformaciones exageradas.

FISURAS POR DEFORMACION DE LA ESTRUCTURA



Hacer un estudio de índole cuantitativo que aspire a cierta precisión, resulta imposible por el hecho de que los materiales con que se construyen los muros no están normalizados y sus características físicas, mecánicas y geométricas presentan una dispersión enorme. A pesar de esto se puede hacer una primera aproximación al problema identificando los parámetros que intervienen en el proceso y extrayendo algunas conclusiones de carácter cualitativo.

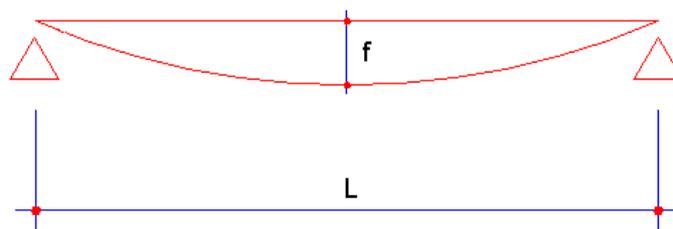
De acuerdo a la norma EHE se llama flecha activa (en relación a un muro) aquella que se produce después de construido el mismo, y está compuesta por la flecha debida a la deformación lenta más la debida a la sobrecarga. En la mayor parte de los casos esta última suele ser muy pequeña con respecto a la anterior.

Las distintas normas o sus recomendaciones, coinciden bastante bien en cuanto a los límites de la relación flecha activa/luz.:

EHE $f < l/400$ o 1cm

ACI $f < l/480$

BAEL $f < l/500$ si $l < 5$ m o $f < 0.5 + l/1000$ si $l > 5$ m



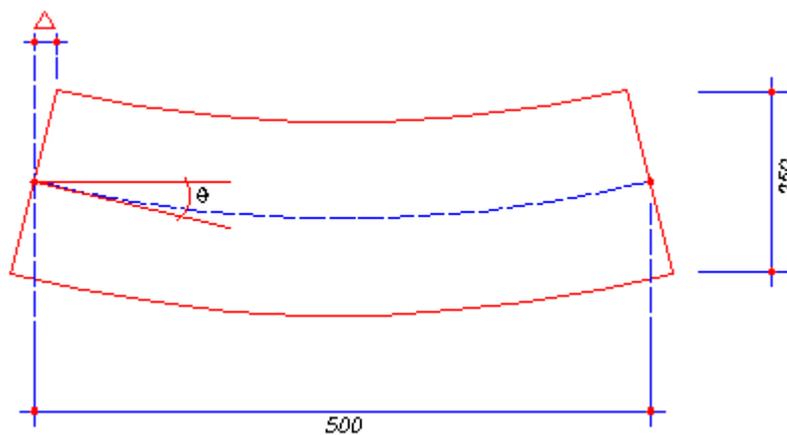
Para concretar los razonamientos supongamos un muro de 2.50 m de altura, apoyado en una viga de 5 m de luz, que adquiere una flecha activa de 1cm. Lo cual cumple con las tres normas mencionadas.

Si se calculan las tensiones del muro en régimen elástico con un módulo de elasticidad $E=5000$ MPa, las tensiones producidas en el centro del muro valen aproximadamente

$$\sigma = 20 \text{ Mpa} = 200 \text{ kg/cm}^2$$

El giro en los extremos vale $\nu = 4f/l = 1/125$ rad. Lo que provoca una abertura

$$\Delta = 250\nu = 1 \text{ cm}$$



Por otra parte si se evita esta abertura mediante costuras del muro a los pilares se produce una distorsión angular del muro $\gamma = \nu$ que genera tensiones de corte

$$\tau = 20 \text{ Mpa} = 200 \text{ kg/cm}^2$$

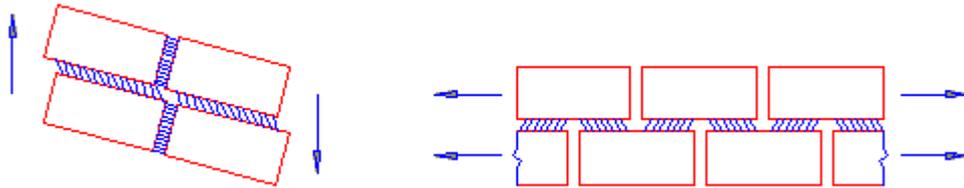
Ningún muro de mampostería no estructural es capaz de soportar estos esfuerzos, de lo cual se deduce una consecuencia muy importante : Las prescripciones normativas que limitan la flecha están presuponiendo que al menos para deformaciones lentas, los muros tienen un comportamiento dúctil, es decir que admiten deformaciones más allá del límite elástico sin fisurarse.

Dicho de otra forma, los muros deben construirse de tal modo que acepten deformaciones por tracción y especialmente por corte sin manifestar ninguna patología. Este concepto, que es esencial tenerlo presente a la hora de construir un muro, en la mayoría de los casos se ignora de modo absoluto.

La pregunta que surge de forma inmediata es como construir un muro dúctil con materiales frágiles (ladrillos y mortero). Sin llegar a cuantificar el problema porque como ya se dijo, los materiales involucrados no están normalizados, se pueden señalar dos vías para evitar la fisuración.

La primera consiste en construir el muro con mampuestos resistentes y morteros blandos con juntas gruesas (p.ej. morteros de cal con muy poco cemento). En

estas condiciones, según se muestra en la figura, las deformaciones tanto de tracción como de corte se traducen en deformaciones por corte en las juntas, con la ventaja de que si las deformaciones se producen de modo lento, la cal tiende a cerrar las microfisuras.



Esto tiene su confirmación práctica en el hecho de que los más dúctiles son los muros antiguos construidos con mortero de cal o de barro y juntas gruesas.

La otra forma de encarar el problema consiste en no transferirle las deformaciones al muro, construyéndolo con materiales resistentes, colocando armaduras en las juntas y no acuñándolo o haciéndolo con un material muy flexible. De este modo si la estructura se deforma, el muro queda apoyado en sus extremos y actúa como un elemento que se soporta a si mismo. Por otra parte, si el muro se deformara junto con su estructura de soporte, es razonable pensar que las armaduras pueden controlar la fisuración de igual modo que en el hormigón armado.