

CAPÍTULO 5 RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Artículo 13. ESPECIFICACIONES GENERALES

13.1 La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 7.

TABLA 7									
MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

13.2 Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería f'_m y v'_m deberá comprobarse mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:

- a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f'_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y v'_m con tres muretes por cada 1000 m² de área techada.
- b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f'_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y v'_m con tres muretes por cada 500 m² de área techada.

Comentario a 13.1 y 13.2

El artículo 13.1 aplica a una edificación individual, donde de acuerdo a su número de pisos y ubicación sísmica, no es obligatorio realizar ensayos de prismas de albañilería (caso A en la

Tabla 7), sino que se puede recurrir a la Tabla 9 de esta Norma o a la experiencia del proyectista estructural, para determinar la resistencia de la albañilería. En cambio, el artículo 13.2 aplica a conjuntos residenciales unifamiliares o multifamiliares, donde es obligatorio realizar el ensayo de los prismas, antes y durante la construcción de esas edificaciones.

Los prismas de albañilería (pilas y muretes) son pequeños especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal (Fig.5.1), permiten determinar la resistencia a compresión ($f'm$) y a corte puro ($v'm$), respectivamente, de la albañilería. Además, si se instrumentase adecuadamente a estas probetas, podrá obtenerse el módulo de elasticidad (E_m) del ensayo de las pilas y el módulo de corte (G_m) del ensayo de los muretes.

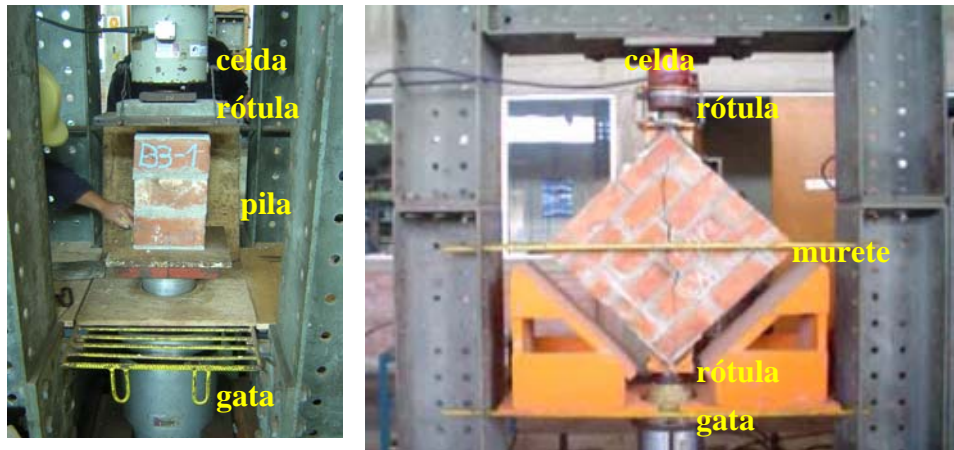


Fig.5.1. Ensayo de compresión axial en pilas (izquierda) y de compresión diagonal de muretes (derecha).

- 13.3** Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.
- 13.4** Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares que irán llenas con concreto líquido, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes se llenarán con concreto líquido. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares sin relleno, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes quedarán vacíos.

Comentario a 13.3 y 13.4

Mediante las especificaciones 13.3 y 13.4 se trata que los prismas de albañilería representen de la mejor manera posible las condiciones reales con que la edificación será construida. El tamaño los prismas es mínimo, con el objeto de poderlos manipular tanto en el transporte hacia un laboratorio como en el montaje sobre los dispositivos de ensayo. Se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas y que el lado del murete cuadrado sea de por lo menos 60cm, a fin de obtener resultados representativos.

- 13.5** Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.

Comentario

El refrentado (“capping”) se aplica en las zonas del prisma en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo y tiene un grosor de aproximadamente 3mm. Para el caso particular de los muretes cuya geometría no sea cuadrada, la irregularidad puede corregirse con un capping más grueso en el lado de menor longitud.

Para el caso de muretes construidos con ladrillos huecos o tubulares (Artículos 3.25 y 3.27 del Capítulo 2), antes de aplicar el capping, deberá taponarse con mortero 1:3 las perforaciones de aquellos ladrillos en contacto con los cabezales angulares metálicos, a fin de evitar fallas locales por concentración de esfuerzos (trituración).

13.6 Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 8.

TABLA 8 INCREMENTO DE f'_m y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

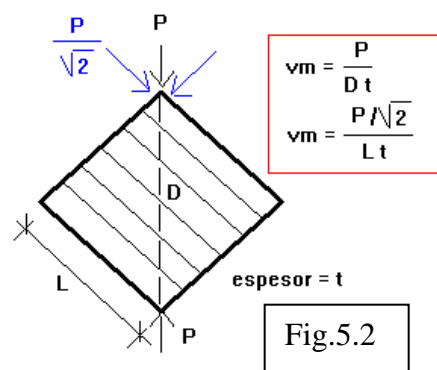
Comentario

Los experimentos indican que los prismas ensayados a una edad menor de 14 días presentan una forma de falla distinta a la alcanzada en su edad nominal (28 días). Por ello, los prismas de poca edad no son representativos.

13.7 La resistencia característica f'_m en pilas y v'_m en muretes (ver Artículo 13.2) se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

Comentario

La resistencia a compresión axial de cada pila (f_m), se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la unidad de albañilería (hueca o sólida), mientras que la resistencia a corte puro de un murete (v_m) se determina dividiendo la carga diagonal de rotura entre el área bruta de la diagonal cargada (“D t” en la Fig.5.2), que es lo mismo que dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada (“L t”) en muretes cuadrados.



13.8 El valor de v_m para diseño no será mayor de $0,319\sqrt{f_m}$ MPa ($\sqrt{f_m}$ Kg/cm²)

Comentario

Cabe la posibilidad que el ensayo de compresión diagonal sobre muretes proporcione una resistencia superior al límite máximo especificado en 13.8, sin embargo, con fines conservadores, el valor de v_m que se adopte en el diseño estructural no deberá superar dicho límite, debido a que no se cuenta aún con el suficiente respaldo experimental que permita correlacionar la resistencia de aquellos prismas con los respectivos muros a escala natural.

13.9 En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f'_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f'_c = 13,72$ MPa (140 kg/cm²). El valor f'_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

TABLA 10						
FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Comentario

Los factores de corrección por esbeltez (altura de la pila dividida entre su menor dimensión transversal, Fig.5.3) que aparecen en la Tabla 10, corresponden a los especificados en la Norma de Albañilería del año 1982. En esa ocasión, se consideró pertinente adoptar una esbeltez nominal de 5, con la finalidad de que los platos de carga del equipo de ensayo no influyan en la zona central de la albañilería restringiendo su expansión lateral.

Esos factores han sido empleados en diversos proyectos nacionales de investigación, que dieron lugar a las resistencias especificadas en la Tabla 9 y también, han sido corroborados recientemente mediante ensayos de 60 pilas (Fig.5.4), construidas con 4 tipos de unidades nacionales de albañilería y 4 relaciones de esbeltez. Cabe indicar que los factores de la Tabla 10 son distintos a los que se utilizan en normas extranjeras.

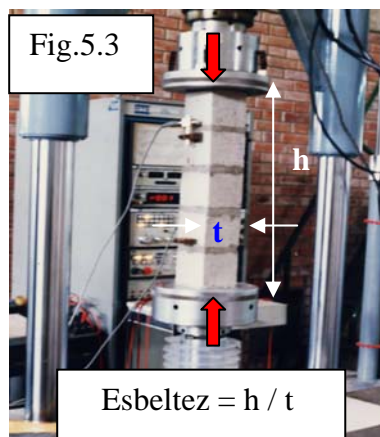


Fig.5.4

Cabe destacar que la falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical que corta unidades y mortero (Fig.5.5), producida por tracción debida a la expansión lateral causada por la compresión aplicada; en cambio, las fallas por trituración (Fig.5.6) de la unidad son indeseables por ser muy frágiles y explosivas, esta falla se presenta por lo general cuando se utiliza unidades huecas.

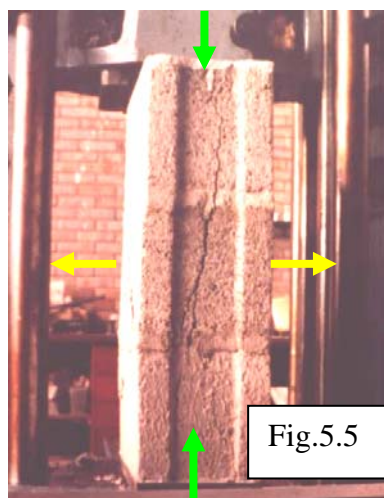


Fig.5.5



Fig.5.6

Por otro lado, el grado de optimización que se obtenga en la adherencia entre la unidad y el mortero se refleja en los ensayos de compresión diagonal de los muretes. Así, por ejemplo, cuando la adherencia es óptima, la falla atraviesa tanto a la unidad como al mortero (Fig.5.7), lográndose maximizar la resistencia a fuerza cortante; en cambio, cuando no se ha logrado optimizar la adherencia unidad-mortero la falla es escalonada a través de las juntas (Fig.5.8).

Cabe destacar que los ensayos de compresión axial y diagonal, indican además, a través de la dispersión de resultados, la calidad de la mano de obra y de los materiales utilizados. Cuando

esta dispersión (desviación estándar dividida entre el resultado promedio) excede de 30%, habrá que corregir la mano de obra o utilizar otros materiales.



Fig.5.7. Falla por tracción diagonal en murete (izquierda) y en muro (derecha).

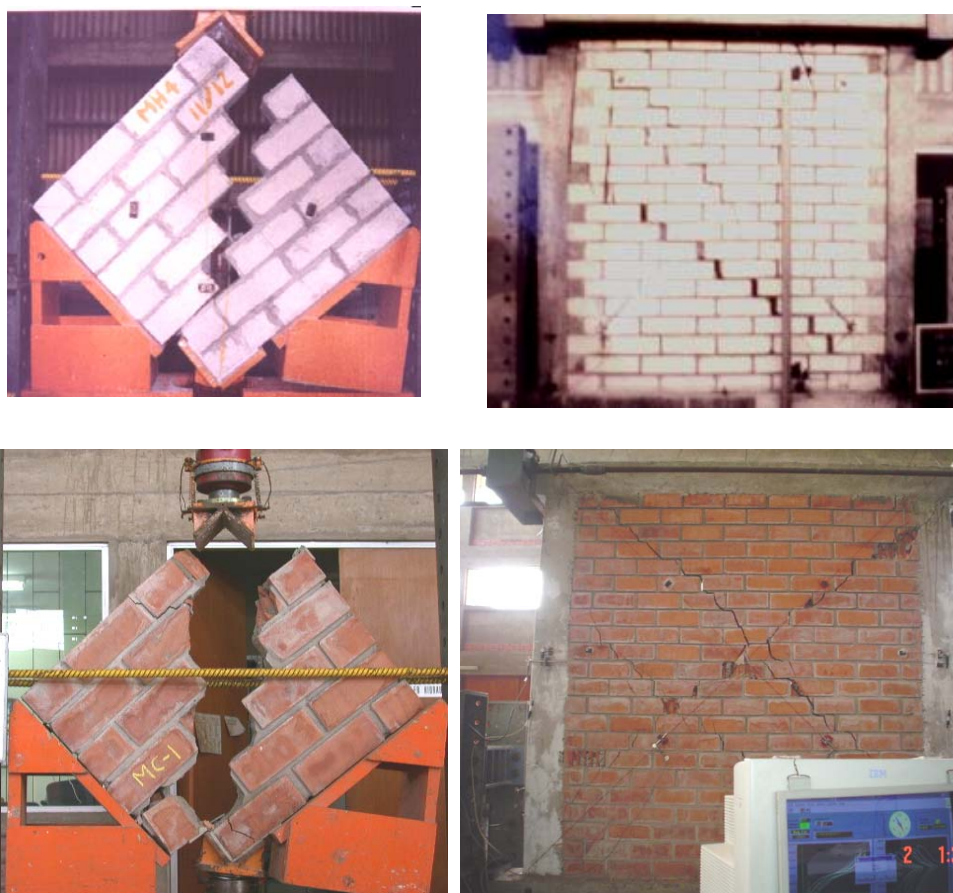


Fig.5.8. Falla escalonada en murete (izquierda) y en muro (derecha).