

MEJORAS EN LA RESISTENCIA AL CORTE EN ALBAÑILERÍA DE BLOQUES EN ZONAS SÍSMICAS

M. Maya^{1,3} - W. Roldán²

¹Aguas Antofagasta, Avenida Pedro Aguirre Cerda N° 6496, Antofagasta, Chile.

²Department of Civil Engineering, Universidad Católica del Norte, Avda. Angamos 0610, Antofagasta, Chile.

³manuel.maya.ic@gmail.com

Received 25 Abril 2015, Accepted 14 May 2015.

RESUMEN

El estudio resalta características geométricas y constructivas del bloque de hormigón utilizado en el norte de Chile que por poseer una delgada capa de hormigón sellante en una de las aberturas de los huecos, permite colocar el mortero de junta a todo el espesor del muro, aumentando el área de contacto bloque-mortero. Lo anterior implica un elemento adicional de resistencia a la expansión lateral de la albañilería que aumenta la resistencia al corte y mejora el desempeño estructural de un importante componente de construcción para zonas sísmicas. A este efecto, se compara la resistencia al corte de albañilerías elaboradas con bloques de hormigón de huecos translúcidos típicos de elaboración industrial utilizados en la zona central de Chile, con bloques de hormigón de huecos semi-tapados característicos de elaboración semi-industrial y artesanal utilizados en la zona norte de Chile. Además, se utilizan 2 morteros de junta, de distinta relación en peso (“cemento/arena”) “1/3” y “1/4” a fin resaltar la importancia de la calidad del mortero en la adherencia y su incidencia en mejorar el desempeño de la albañilería. Se caracterizan propiedades para el diseño estructural como la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y la resistencia al corte mediante ensayos indicados en las normas chilenas de albañilería. Los resultados obtenidos confirman que el uso de bloques de huecos semi-tapados mejora la resistencia al corte de la albañilería en comparación con la albañilería que utiliza bloques con huecos translúcidos o totalmente abiertos.

Palabras claves: Albañilería de bloques de hormigón, esfuerzo de corte, resistencia prismática

ABSTRACT

The present research highlights the geometrics and constructive characteristics of the concrete block used in northern Chile, having one side covered with a thin layer of concrete, allows placing the mortar paste the entire width of the wall, increasing the mortar paste-block contact area. This implies an additional element of resistance to lateral expansion of masonry which increases the shear strength and improves the structural behavior of an important building material for seismic zones. For this reason the shear strength of masonry made with typical concrete blocks (industrial manufacture) of the central region of Chile which are open at both sides and the typical northern blocks of Chile (semi-industrial and artesian manufacture) are compared. Additionally, 2 mortar pastes of different weight ratio (“cement/sand”) “1/3” and “1/4” are used in order to highlight the relevance of the mortar paste quality on the adhesion and its impact on improving the masonry performance. Properties for structural design such as compressive strength, modulus of elasticity and shear strength are characterized according to the Chilean standards of masonry. The results confirm that the usage of blocks covered on one side improve the shear strength of masonry compared to those using blocks which are open at both sides.

Keywords: concrete masonry blocks, shear stress, prismatic compression resistance.

1. Introducción

En la zona norte de Chile, por carencia de suelos arcillosos se suelen fabricar principalmente bloques de hormigón de cemento como unidades de albañilería. El bloque del norte o bloque nortino presenta características geométricas especiales debido a las máquinas bloqueras utilizadas, por su forma y operación producen un bloque diferente por cuanto los huecos principales quedan con un extremo abierto y el otro cubierto o tapado por una delgada capa del mismo hormigón; esta condición favorece la productividad ya que permite colocar mortero de junta en cada hilada en todo el ancho del muro, mejorando el rendimiento de los albañiles (Herrera et al. 1992a). En contraposición, los bloques habituales que se fabrican en la zona central de Chile, los huecos resultan abiertos en sus dos extremos, lo que permite colocar mortero de junta sólo sobre las nervaduras o pared del bloque (Ogaz et al. 2005).

Herrera et al. (1992a) siguiendo recomendaciones de la norma chilena NCh 1928 vigente a esa fecha, trabajaron con bloques del norte, con los cuales efectuaron una serie de ensayos a prismas y muretes hechos en obra y transportados a laboratorio donde fueron sometidos a pruebas de compresión, lo que les permitió determinar “Resistencia Prismática Básica (f'_m)” y “Resistencia Básica de Corte (V'_m)” correspondiente. Con estos valores conocidos y considerando un factor de seguridad sísmico de 2,5, determinaron un valor de “Esfuerzo de Corte Admisible” que resultó muy superior al que recomienda la norma en base a la resistencia prismática ($0,06 \sqrt{f'_m}$).

Experimentalmente han obtenido un valor de resistencia al corte mucho mayor a la recomendación de la norma y la justificación de esta diferencia sería la colocación del mortero de junta que mejoraría la trabazón de las unidades y aumentaría la resistencia al corte, lo que compensaría la baja resistencia a compresión de los bloques del norte en comparación con los resultados del Plan Piloto de Albañilerías desarrollado en la década de los 80' por los laboratorios IDIEM y DICTUC, utilizando materiales y procedimientos constructivos de la zona central del país y que sirvieron de sustento para elaborar la primera norma NCh 1928 (Hidalgo, 1989); entonces, la hipótesis planteada serían los aspectos geométricos y constructivos característicos del bloque nortino (Herrera et al. 1992b), que ayudarían al aumento de la resistencia al corte. El presente trabajo da respuesta a esta hipótesis al hacer una comparación entre probetas de albañilería que utilizan los dos tipos de bloques; bloque nortino de hueco semi-tapado y bloque translúcido o de hueco pasado, característico de la zona central del país.

Características de los bloques



Figura 1-a. Bloque de zona norte de Chile



Figura 1-b. Bloque de zona central de Chile.

El bloque nortino, por su elaboración resulta con una característica geométrica especial en que los huecos principales tienen una cara extrema abierta y la otra cubierta o tapada (Figura 1-a anterior); en cambio, el bloque de la zona central del país, resulta con sus dos caras extremas en los huecos principales abiertas y se le denomina “bloque de hueco pasado” (Figura 1-b anterior). El hecho de disponer de bloques con diferencias geométricas en la translucidez de los huecos principales hace que se destaquen diferencias significativas en el área de contacto bloque-mortero. En el caso del bloque nortino, constructivamente, se dispone la cara tapada del hueco hacia arriba, lo que permite la colocación del mortero de junta de cada hilada a todo el espesor del muro generando una mayor área de contacto con el bloque de la hilada superior que se asienta en el mortero (Figura 2); esta condición geométrica además, favorece la velocidad de colocación del mortero de junta mejorando notablemente el rendimiento de los albañiles (Roldán, 2003).

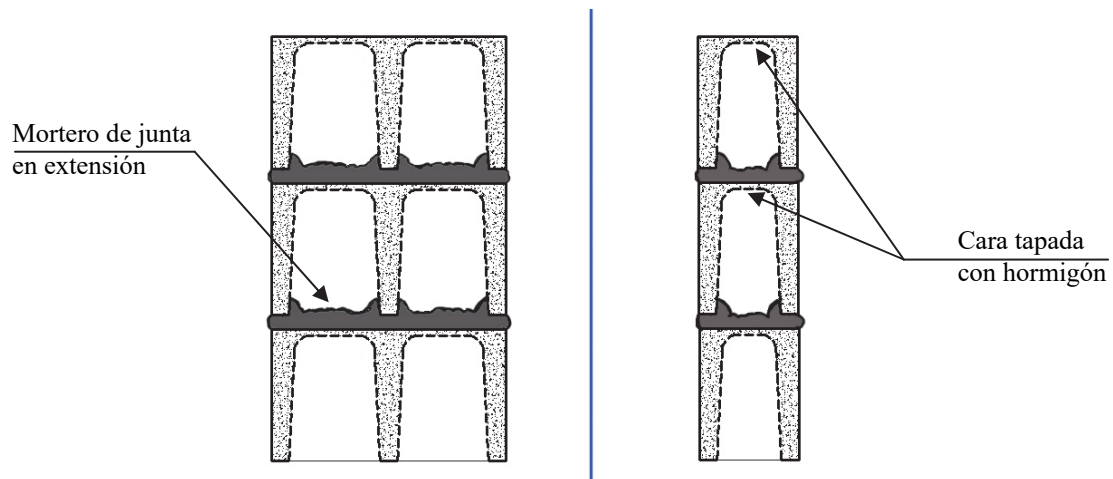


Figura 2. Corte longitudinal-transversal. Albañilería elaborada con bloque nortino.

Por su parte, el bloque de la zona central permite la colocación del mortero de junta solamente por “filetes” sobre las nervaduras o bordes superiores de las paredes del bloque (Ogaz et al. 2005), lo que se aprecia en la Figura 3 siguiente; esta condición, además, se traduce en una menor velocidad de construcción, en comparación con los bloques nortinos.

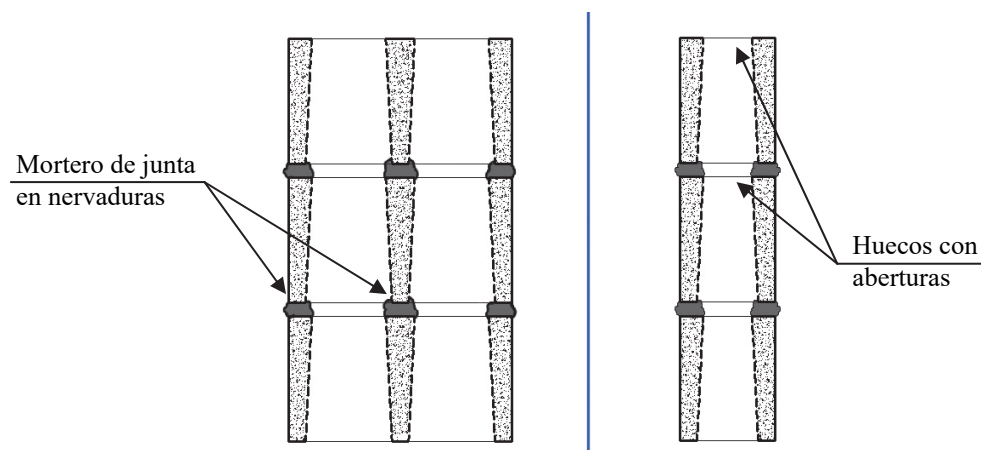


Figura 3. Corte longitudinal-transversal. Albañilería elaborada con bloques de hueco pasado.

En el presente informe se estudia la influencia que tienen estas características geométricas en la resistencia al corte de la albañilería que utilizan estos tipos de unidades. La resistencia al corte de la albañilería es un parámetro importante de calidad, sobre todo en zonas de riesgo sísmico, ya que el sismo es un fenómeno que induce comportamientos límites, en que la rotura por esfuerzo de corte

es una falla de tipo frágil, por tanto la resistencia al corte controla el diseño y es limitante de desempeños desde el punto de vista estructural.

2. Procedimiento experimental

Para homologar la misma calidad del hormigón, se procedió a trabajar con unidades provenientes de una sola fábrica de bloques de la ciudad de Antofagasta, que produce típicos bloques nortinos. A estos bloques se les modificó la geometría rompiendo la cascara de hormigón del hueco sellado, dejándolos abiertos o translúcidos, equivalentes a la condición de bloque de la zona central (bloque de hueco pasado).

Con estos dos tipos de bloques se elaboraron prismas de 3 bloques en altura lo que comprende dos hiladas con mortero de junta (siguiendo indicaciones del apartado “B.4” del Anexo B de la NCh-1928Of.93 mod.95), siendo ensayados a compresión simple a 28 días de edad del mortero de junta. En total se han elaborado una serie de 10 prismas con “bloques nortinos” y una serie de 10 prismas con “bloques de hueco pasado”. A cada prisma se les mide módulo de elasticidad.

Adicionalmente, con la finalidad de estudiar la influencia de la calidad del mortero de junta en los resultados de resistencia prismática, en cinco prismas de cada una de estas series se ha utilizado mortero “1/3” y en los otros cinco se ha utilizado mortero “1/4” (cemento/arena, en peso).

Con estos dos tipos de bloques también se han elaborado muretes cuadrados de 60x60 cm, utilizando 1,5 bloques por hilada en sentido longitudinal y 3 hiladas en altura, lo que comprende dos canterías horizontales con mortero de junta; complementado con la colocación de mortero en las juntas verticales. Los muretes se ensayan a compresión diagonal a los 28 días de edad del mortero (siguiendo indicaciones del Anexo A de la NCh 2123Of.97 Mod.2003); en total se elabora una serie de 10 muretes con “bloque nortino” y otra de 10 muretes con “bloque de hueco pasado”. También, con la finalidad de estudiar la influencia de la calidad del mortero de junta en los resultados de resistencia básica de corte, en cinco muretes de cada serie se utiliza mortero “1/3” y en los otros cinco, se utiliza mortero “1/4”.

Para los ensayos se utilizó una prensa universal de procedencia francesa marca Trayvou de 3000 KN de capacidad, anexada a un sistema de adquisición de datos mediante un transductor de desplazamiento con sistema de polea con marcador digital para obtener registro gráfico carga-deformación (Maya, 2014), disponible en laboratorio LIEMUN de la Universidad Católica del Norte.

3. Resultados experimentales

Se presentan los resultados obtenidos de ensayos realizados a unidades, prismas y muretes, confeccionados con bloques nortinos y con bloques de hueco pasado. En prismas, la resistencia a compresión o resistencia prismática ($f'c$) se calcula como cociente entre la carga de rotura y área bruta de la sección transversal. En muretes, la resistencia básica de corte (V_c) se determina como cociente entre la carga de rotura y el área bruta de la diagonal de carga; además, se dan a conocer modos de fallas que ocurrieron en prismas y muretes según la siguiente nomenclatura:

| | | |
|-----------------|-----|--|
| Modos de falla: | Ap: | Falla por aplastamiento del material del prisma (bloque) |
| | DV: | Falla por grieta vertical en prisma |
| | GD: | Falla por grieta en la diagonal principal (de carga del murete) |
| | FE: | Falla por grieta escalonada a través de las canterías del murete |
| | FM: | Falla por grieta mixta en murete |

- **Unidades. Resistencia a compresión (refrentado pasta cemento/yeso, según NCh 182Of.55)**

Se presenta en Tabla 1 siguiente, resultados de ensayos de resistencia a compresión a bloques.

Tabla 1. Dimensiones y resultados de resistencia a compresión a unidades de bloques utilizados.

| Bloque N° | Dimensiones | | | | Área (mm ²) | Área (mm ²) promedio | Carga (KN) Rotura | Resistencia Compresión (MPa) |
|--------------|-------------|-----|------------|-----|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | |
| 1 | l1: | 391 | a1: | 142 | 55.522 | 55.397 | 269,9 | 4,8 |
| | l2: | 392 | a2: | 141 | 55.272 | | | |
| 2 | l1: | 393 | a1: | 144 | 56.592 | 56.128 | 259,6 | 4,5 |
| | l2: | 392 | a2: | 142 | 55.664 | | | |
| 3 | l1: | 390 | a1: | 141 | 54.990 | 55.061 | 261,4 | 4,7 |
| | l2: | 391 | a2: | 141 | 55.131 | | | |
| 4 | l1: | 390 | a1: | 143 | 55.770 | 55.646 | 258,4 | 4,6 |
| | l2: | 391 | a2: | 142 | 55.522 | | | |
| 5 | l1: | 390 | a1: | 141 | 54.990 | 55.523 | 242,7 | 4,3 |
| | l2: | 392 | a2: | 143 | 56.056 | | | |

De acuerdo con los valores de Tabla 1 anterior, la resistencia a compresión mínima individual es 4,3 MPa y la resistencia a compresión promedio 4,6 MPa; según esto e indicaciones de la norma NCh 181Of.65, estos bloques clasifican “Tipo A”; es decir, son bloques para muros soportantes.

- **Mortero de Junta. Resistencia a flexotracción y resistencia a compresión**

En la elaboración de morteros de junta, se utilizó Cemento Portland con adición, de marca comercial “Cemento BSA”, que de acuerdo con la norma NCh 148Of.68 clasifica como Cemento Portland Alta Resistencia. El mortero de junta “1/3” se prepara respetando relaciones en peso “cemento/arena = 1/3” y “agua/cemento= 1/2”; por su parte, el mortero de junta “1/4” se prepara respetando relaciones en peso “cemento/arena= 1/4” y “agua/cemento= 2/3”, esta última, para mantener condiciones de docilidad. El agua utilizada en amasado y fraguado proviene de la red de agua potable.

Los resultados promedios de resistencia a flexotracción (R_f) y resistencia a compresión (R_c) obtenidos en probetas prismáticas de 40x40x160 mm (elaboradas según procedimientos establecidos en norma NCh 158Of.67), para distintas edades de curado se indican en Tabla 2 siguiente.

Tabla 2. Resistencia a flexotracción y compresión. Mortero de junta, a distintas edades de curado.

| Mortero cemento/arena | 7 días | | 14 días | | 28 días | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | R_f (MPa) | R_c (MPa) | R_f (MPa) | R_c (MPa) | R_f (MPa) | R_c (MPa) |
| 1/3 | 6,8 | 46,9 | 10,4 | 59,1 | 12,1 | 59,7 |
| 1/4 | 4,2 | 32,1 | 7,5 | 40,5 | 8,8 | 43,1 |

- **Resistencia prismática. Prismas de albañilería de bloques (mortero de junta “1/3”)**

En Tabla 3 siguiente se indican resultados de resistencia a compresión (f'_c), modo de falla y módulo de elasticidad (E) de 10 prismas de albañilería elaborados con mortero de junta “1/3”; de ellos, cinco prismas elaborados con bloque nortino y cinco prismas elaborados con bloque de hueco pasado.

Tabla 3. Resistencia prismática. Prismas con mortero de junta “1/3” (cemento/arena, en peso).

| Prisma | Bloque Tipo | Pmáx (KN) | Largo(mm) | Espesor(mm) | Área (mm ²) | f'_c (MPa) | Modo Falla | E [MPa] |
|--------|--------------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|--------------|------------|-----------|
| P1 | Nortino | 173 | 392 | 141 | 55.272 | 3,13 | Ap | 1.357 |
| P2 | Nortino | 198 | 391 | 142 | 55.522 | 3,57 | Ap | 1.515 |
| P3 | Nortino | 190 | 391 | 141 | 55.131 | 3,45 | GV | 1.810 |
| P4 | Nortino | 181 | 393 | 142 | 55.806 | 3,24 | GV | 2.081 |
| P5 | Nortino | 244 | 392 | 142 | 55.664 | 4,38 | GV | 4.478 |
| P6 | Hueco Pasado | 175 | 391 | 143 | 55.913 | 3,13 | Ap | 1.570 |
| P7 | Hueco Pasado | 237 | 392 | 141 | 55.272 | 4,29 | GV | 2.269 |
| P8 | Hueco Pasado | 204 | 392 | 143 | 56.056 | 3,64 | GV | 2.165 |
| P9 | Hueco Pasado | 158 | 391 | 141 | 55.131 | 2,87 | GV | 2.140 |
| P10 | Hueco Pasado | 214 | 390 | 143 | 55.770 | 3,84 | Ap | 4.747 |

- **Resistencia prismática. Prismas de albañilería de bloques (mortero de junta “1/4”)**

En Tabla 4 siguiente se indican resultados de resistencia a compresión (f'_c), modo de falla y módulo de elasticidad (E) de 10 prismas de albañilería elaborados con mortero de junta “1/4”; de ellos, cinco prismas elaborados con bloque nortino y cinco prismas elaborados con bloque de hueco pasado.

Tabla 4. Resistencia prismática. Prismas con mortero de junta “1/4” (cemento/arena, en peso).

| Prisma | Bloque Tipo | Pmáx (KN) | Largo (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | f'_c (MPa) | Modo Falla | E [MPa] |
|--------|--------------|-----------|------------|--------------|-------------------------|--------------|------------|-----------|
| P1* | Nortino | 216 | 391 | 141 | 55.131 | 3,92 | Ap | 2.768 |
| P2* | Nortino | 158 | 391 | 141 | 55.131 | 2,87 | GV | 1.933 |
| P3* | Nortino | 157 | 391 | 142 | 55.522 | 2,83 | GV | 2.205 |
| P4* | Nortino | 110 | 390 | 141 | 54.990 | 2,00 | GV | 1.265 |
| P5* | Nortino | 170 | 392 | 142 | 55.664 | 3,05 | Ap | 1.486 |
| P6* | Hueco Pasado | 179 | 391 | 142 | 55.522 | 3,22 | Ap | 1.660 |
| P7* | Hueco Pasado | 170 | 392 | 142 | 55.664 | 3,05 | Ap | 2.617 |
| P8* | Hueco Pasado | 196 | 392 | 142 | 55.664 | 3,52 | Ap | 4.162 |
| P9* | Hueco Pasado | 132 | 393 | 142 | 55.806 | 2,37 | GV | 1.092 |
| P10* | Hueco Pasado | 204 | 390 | 142 | 55.380 | 3,68 | GV | - |

- **Resistencia por compresión diagonal en Muretes (mortero de junta “1/3”)**

En Tabla 5 siguiente se indican resultados experimentales de resistencia por compresión diagonal y modo de falla obtenidos al ensayar 10 muretes de albañilería utilizando mortero de junta “1/3”; de ellos, cinco muretes elaborados con bloque nortino y cinco muretes elaborados con bloque de hueco pasado.

Tabla 5. Resistencia por compresión diagonal en muretes (V_c). Mortero 1/3.

| Murete | Bloque Tipo | Pmáx (KN) | L diag.(mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | v_c (MPa) | Modo Falla |
|--------|--------------|-----------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|------------|
| M1 | Nortino | 82 | 847,1 | 142 | 120.288 | 0,68 | GD |
| M2 | Nortino | 85 | 848,5 | 141 | 119.639 | 0,71 | FM |
| M3 | Nortino | 72 | 844,3 | 143 | 120.735 | 0,60 | GD |
| M4 | Nortino | 142 | 845,7 | 141 | 119.244 | 1,19 | GD |
| M5 | Nortino | 104 | 841,5 | 142 | 119.493 | 0,87 | GD |
| M6 | Hueco Pasado | 57 | 844,3 | 142 | 119.891 | 0,48 | FM |
| M7 | Hueco Pasado | 85 | 849,9 | 143 | 121.536 | 0,70 | GD |
| M8 | Hueco Pasado | 56 | 835,8 | 141 | 117.848 | 0,48 | GD |
| M9 | Hueco Pasado | 83 | 842,9 | 143 | 120.535 | 0,69 | GD |
| M10 | Hueco Pasado | 122 | 841,5 | 141 | 118.652 | 1,03 | GD |

- **Resistencia por compresión diagonal en Muretes (mortero de junta 1/4)**

En Tabla 6 siguiente se indican resultados experimentales de resistencia por compresión diagonal y modo de falla realizados luego de ensayar 10 muretes de albañilería utilizando mortero de junta “1/4”; de ellos, cinco muretes elaborados con bloque nortino y cinco muretes elaborados con bloque de hueco pasado.

Tabla 6. Resistencia por compresión diagonal en muretes (V_c). Mortero 1/4.

| Murete | Bloque Tipo | Pmáx (KN) | L diag.(mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | v_c (MPa) | Modo Falla |
|--------|--------------|-----------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|------------|
| M1* | Nortino | 60 | 842,9 | 142 | 119.692 | 0,50 | FE |
| M2* | Nortino | 114 | 841,5 | 140 | 117.810 | 0,97 | GD |
| M3* | Nortino | 78 | 841,5 | 141 | 118.652 | 0,66 | GD |
| M4* | Nortino | 112 | 841,5 | 143 | 120.335 | 0,93 | GD |
| M5* | Nortino | 85 | 844,3 | 142 | 119.891 | 0,71 | GD |
| M6* | Hueco Pasado | 47 | 841,5 | 142 | 119.493 | 0,39 | FM |
| M7* | Hueco Pasado | 71 | 844,3 | 141 | 119.046 | 0,60 | GD |
| M8* | Hueco Pasado | 73 | 841,5 | 143 | 120.335 | 0,61 | FM |
| M9* | Hueco Pasado | 81 | 845,7 | 142 | 120.089 | 0,67 | GD |
| M10* | Hueco Pasado | 87 | 849,9 | 141 | 119.836 | 0,73 | GD |

- **Prismas. Análisis de resultados experimentales**

Con los valores de resistencia prismática expuestos en Tabla 3 y Tabla 4 anterior, es posible calcular valores promedios de resistencia prismática (f'_c), resistencia prismática básica de compresión (f'_m) y módulo de elasticidad promedio (E Promedio) para distintos tipos de bloques y diferentes mortero de junta, lo que se expone en Tabla 7 siguiente.

Tabla 7. Resistencia prismática y módulo elástico. Distintos tipos de bloques y mortero de junta.

| Bloque Tipo | Mortero | f'_c Promedio (MPa) | f'_m básica (MPa) | E Promedio (MPa) |
|--------------|---------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Nortino | 1/3 | 3,55 | 3,01 | 2.248 |
| Nortino | 1/4 | 2,93 | 2,11 | 2.578 |
| Hueco Pasado | 1/3 | 3,55 | 2,94 | 1.931 |
| Hueco Pasado | 1/4 | 3,17 | 2,60 | 2.383 |

donde:

$$f'_m = X - 0,431 (X_5 - X_1); \text{ referencia NCh 2123Of.97 Mod.2003.}$$

X: resistencia promedio a compresión de cinco prismas (f'_c Promedio)

X5, X1: corresponden al mayor y menor valor de resistencia prismática a compresión obtenidos de los ensayos.

Los resultados expuestos en Tabla 7 anterior demuestran que para un mismo tipo de bloque, la resistencia prismática al utilizar mortero de junta 1/3, en general, es mayor que al utilizar mortero 1/4, lo que era de esperar; sin embargo, los valores expuestos no son concluyentes para definir el efecto de la capa sellante ante cargas de aplastamiento como lo es la resistencia prismática.

Con respecto a los tipos de fallas en prismas, es importante señalar que la falla deseada es la grieta vertical en cuya trayectoria corta los bloques y el mortero; sin embargo, este tipo de falla sólo se dio en un 55 % de los prismas ya que los otros fallaron por aplastamiento, evidenciando un problema de calidad del material por la heterogeneidad del hormigón del bloque.

• Muretes. Análisis de resultados experimentales

Con los valores de resistencia de compresión diagonal expuestos en Tabla 5 y Tabla 6 anteriores, es posible calcular valores promedio de resistencia por compresión diagonal (V'_c) y valores resistencia de corte básica (V'_m), para distintos tipos de bloques y morteros, que se exponen en Tabla 8 siguiente.

Tabla 8. Valores de resistencia al corte. Muretes para distintos bloques y mortero de junta.

| Bloque Tipo | Mortero | V'_c promedio (MPa) | V'_m básica (MPa) |
|--------------|---------|-----------------------|---------------------|
| Nortino | 1/3 | 0,81 | 0,55 |
| Nortino | 1/4 | 0,75 | 0,55 |
| Hueco Pasado | 1/3 | 0,67 | 0,44 |
| Hueco Pasado | 1/4 | 0,60 | 0,46 |

donde:

$$V'_m = X - 0,431 (X_5 - X_1); \text{ referencia NCh 2123Of.97 Mod.2003}$$

X: resistencia promedio, compresión diagonal de cinco muretes (V'_c promedio)

X5, X1: corresponden al mayor y menor valor de resistencia por compresión diagonal obtenidos de los ensayos de muretes

Los resultados expuestos demuestran que para un mismo tipo de bloque, la resistencia por compresión diagonal promedio, cuando se utiliza mortero de junta 1/3, en general es mayor que al utilizar mortero 1/4, lo que era de esperar; en este caso, los valores calculados en Tabla 8 anterior, hacen notar que la capa sellante del bloque nortino contribuye a mejorar la resistencia al corte respecto del bloque de hueco pasado.

Respecto al análisis de fallas, es importante mencionar que la grieta diagonal (GD) ocurre cuando el esfuerzo de tracción desarrollado en el murete (en sentido transversal a la diagonal de carga) sobrepasa la capacidad resistente a la tracción del hormigón del bloque. Si no hay buena adherencia entre bloque y mortero o cuando la resistencia mecánica del mortero de junta no es adecuada, es altamente probable que se genere antes una falla escalonada (FE) siguiendo la trayectoria de las canterías. Por ello es que la generación de la falla GD en muretes destaca la buena adherencia entre

bloque y mortero y por tanto, calidad adecuada del mortero. Los muretes con bloque nortino presentan la falla GD en el 80% de los casos, en cambio los muretes con bloque de hueco pasado, la falla se presenta en el 60% de los casos, lo que evidencia un mejor comportamiento a la compresión diagonal de los bloques nortinos, lo que es coincidente con los valores de resistencia al corte.

4. Conclusiones

Unidades de bloques

- Los ensayos realizados, muestran que las unidades utilizadas cumplen con las exigencias de la norma NCh 181Of.65 para ser utilizados como bloques en muros soportantes.
- Comparativamente, los bloques utilizados en el Plan Piloto de Albañilerías en la zona central resultan 50% más resistentes a la compresión que los bloques nortinos.

Mortero de Junta

- Los morteros de junta utilizados son de suficiente calidad estructural como para asegurar que las fallas que se generan en los elementos de albañilería que se ensayan no se desarrollen exclusivamente en las canterías, lo que también era un propósito de la investigación.
- La resistencia mecánica del mortero de junta como sustituta de calidad incide en la capacidad resistente de la albañilería.

Prismas

- Los resultados de ensayos en prismas de albañilería demuestran que la resistencia prismática es mayor mientras mejor es la calidad del mortero.
- Los resultados de compresión de prismas de albañilería hechos con distintos tipos de bloques, utilizando un mismo mortero de junta, no son concluyentes para resaltar el efecto de la capa sellante que tiene el bloque nortino en mejorar la resistencia prismática.
- Las fallas en los prismas evidencian un problema de calidad del hormigón que se utiliza en la elaboración de los bloques nortinos como unidad de albañilería, lo que se suma a la falta de uniformidad dimensional debido al modo de fabricación.
- De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo no se observa relación directa entre tipo de falla y calidad del mortero, sino que el modo de falla depende principalmente de la calidad del bloque.
- Los prismas elaborados con bloque nortino resultan más rígidos (mayor módulo de elasticidad) que los elaborados con bloque de hueco pasado en donde la calidad del mortero no tienen incidencia en su determinación.
- La resistencia prismática obtenida en el plan piloto de albañilerías fue de al menos 50% superior a la obtenida con bloque nortinos, lo que también indica que la resistencia al aplastamiento de la albañilería depende principalmente de la calidad del bloque.

Muretes

- Los resultados de ensayos en muretes de albañilería demuestran que la resistencia básica de corte es mayor mientras mejor es la calidad del mortero.
- A diferencia de lo que ocurre con los prismas, el ensayo en muretes con bloques nortinos resultan con mejor resistencia básica de corte que la obtenida en muretes con bloques de hueco pasado, utilizando el mismo tipo de mortero de pega. Con ello se comprueba que la capa sellante presente en los bloques nortinos mejora la resistencia al corte de la albañilería.
- El desarrollo mayoritario de la falla de grieta vertical (70 %), evidencia que para mejorar la resistencia al corte de la albañilería se requiere mejorar la adherencia en el área de contacto

bloque-mortero, reduciendo, de este modo, la posibilidad de desarrollar falla escalonada FE (Ogaz et al. 2005); de este modo, se logra mejorar su capacidad resistente al esfuerzo más vulnerable que se desarrolla en condiciones de comportamiento sísmico.

- A pesar de los bajos valores de resistencia de unidades y prismas elaborados con bloques nortinos, comparado con los bloques de la zona central, como los utilizados en el plan piloto de albañilerías, los resultados de resistencia básica de corte que se obtienen son comparativamente similares a los obtenidos con bloque de hueco pasado de la zona central del país, tal como lo evidencian resultados expuestos por Ogaz et al. 2005; por esta razón, se comprueba la hipótesis planteada por Herrera et al. 1992a y asumida en esta investigación.

En general la delgada capa adicional de hormigón presente en el bloque nortino, cambia la geometría tradicional del bloque pero mejora condiciones constructivas que se reflejan en un aumento de la productividad de los albañiles, provee una condición de colocación que aumenta la adherencia entre las unidades de albañilería. Este bloque demanda un mayor consumo de mortero de junta, lo que genera un elemento resistente adicional a la expansión lateral de la albañilería. Son estas condiciones las que permiten mejorar el desempeño de esta albañilería aumentando la resistencia al corte, en comparación a similares unidades de bloques que no poseen dicha capa sellante. En el presente estudio los resultados experimentales de compresión diagonal en muretes hechos con bloques de huecos semi-tapados, con mortero de junta 1/3 muestran un aporte promedio de 25% adicional de resistencia básica de corte que sus similares de hueco pasado; a su vez, cuando los muretes utilizan mortero de junta 1/4, el aumento registrado en promedio fue de 20% adicional de resistencia básica de corte.

Con esto se comprueba que la delgada capa adicional de hormigón presente en los bloques del norte de Chile favorece la mejora de capacidad resistente de corte de la albañilería.

Referencias

1. HERRERA, E.; ROLDÁN, W.; SÁNCHEZ, C. (1992a): “Proceso constructivo de la albañilería de bloques en el norte chileno”. Anales IX Jornadas Chilenas del Hormigón. U. de La Serena. Pág. 505-519.
2. HERRERA, E.; ROLDÁN, W.; FRONTANILLA, G. (1992b): “Factores que inciden en la calidad de los Bloques”. Anales IX Jornadas Chilenas del Hormigón. U. de La Serena. Pág. 89 - 503.
3. HIDALGO, P. (1989): “Desarrollo de las disposiciones de diseño para los edificios de albañilería armada en Chile”. Revista Anales de la Universidad de Chile. 5a serie, N°21. Pág. 431-473.
4. OGAZ, O.; ASTROZA, M.; SIERRA, G. (2005): “Ensayo de Muros de Albañilería estructural contruidos con bloques de hormigón y cuantía reducida de esfuerzos”. Revista Ingeniería de Construcción, P. Universidad Católica de Chile, Vol. 20, N°3. Pág. 159-170.
5. ROLDÁN, W. (2003): “Construcción en albañilería de bloques de cemento y su aplicación en el norte de Chile”. Anales XIV Jornadas Chilenas del Hormigón. U. Austral de Chile. Sesión de trabajo N°6. Valdivia, Chile.
6. MAYA, M. (2014): “Resistencia al corte en muros de albañilería de bloques del norte de Chile”. Memoria para optar el título de Ingeniero Civil. Dpto. Ingeniería Civil. U. Católica del Norte. Antofagasta, Chile.