

# REFUERZO DE MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA CON MALLAS DE POLÍMERO

Daniel Torrealva Dávila<sup>1</sup>

## Introducción.

El refuerzo de tabiques de albañilería con mallas de polímero embebidas en el tarrajeo puede ser una alternativa efectiva para cambiar su tradicional comportamiento sísmico frágil en un sistema de disipación de energía que permitiría que la tabiquería de ladrillo dentro de las estructuras de concreto armado, resistan satisfactoriamente las fuerzas de sismo. Asimismo es una opción válida para reforzar construcciones de mampostería de ladrillo que por su antigüedad no cuentan con elementos de confinamiento.

## Descripción de los especímenes ensayados

Se ensayaron 12 paneles cuadrados de 1.20x1.20m (Figura 1) a cargas cíclicas de corte en el plano y 12 paneles de 0.80x1.60m (Figura 2) a cargas monotónicas fuera de plano. El ancho de los muros en ambos casos fue de 220mm en el caso de los muros sin tarrajeo y de 260mm en el de los muros tarrajeados por ambas caras. Se usaron unidades sólidas de manufactura corriente y de 110x220x70mm para la construcción de los paneles.

En la base y en la parte superior de los muros se construyeron vigas de concreto de 220 x 200mm para transmitir las cargas verticales y horizontales en los paneles cuadrados y para transmitir la carga vertical y servir de soporte horizontal en el caso de los paneles a flexión.

## Características de los materiales

Las propiedades de la albañilería se obtuvieron a partir de ensayos simples de sus componentes.

Las unidades se sometieron a pruebas de variación dimensional, absorción, densidad y compresión axial. La densidad promedio fue de 1.83gr/cm<sup>3</sup> y la resistencia promedio fue de 5.49Mpa.

El mortero de asentado fue una mezcla de cemento, cal y arena gruesa en proporción de 1:1:7. con una resistencia promedio de 4.21 MPa. El mortero para el tarrajeo fue una mezcla de cemento, cal y arena gruesa en proporción de 1:1:5. con una resistencia promedio de 7.12Mpa.

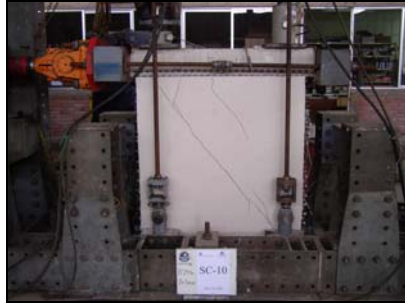
La resistencia a compresión de la albañilería se obtuvo mediante el ensayo de 5 pilas cuya resistencia promedio a la compresión fue de 3.68Mpa.

La resistencia última al corte de la albañilería se obtuvo mediante el ensayo a tracción diagonal de 5 muretes de 440x440x220mm La resistencia promedio al corte fue de 0.35 MPa.

La malla de polímero utilizada es de abertura triangular cuya resistencia a tracción se estimó a partir de ensayos realizados en dos direcciones ortogonales con los cuales se obtuvo 47kN/m para la dirección longitudinal y 34kN/m para la dirección transversal.

---

<sup>1</sup> Profesor Principal de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. [dtorrea@pucp.edu.pe](mailto:dtorrea@pucp.edu.pe)



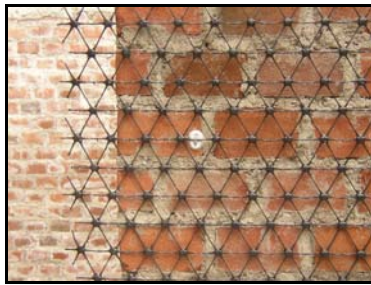
**Figura 1.** Paneles en Corte-Compresión



**Figura 2.** Paneles en flexión

### **Procedimiento Constructivo**

Cada panel se construyó sobre una viga de concreto armado de 220 x 200m. Las juntas horizontales y verticales fueron de 15mm. Luego de construido el muro se colocó en su parte superior una viga de concreto con la finalidad de transmitir las cargas verticales y horizontales a los paneles. Las mallas de polímero usadas como refuerzo se anclaron a los paneles usando conectores de acero separados 40mm horizontal y verticalmente (Figura 3). A cada muro de le roció agua antes de aplicar el mortero de tarrajeo de 2mm (Figura 4)



**Figura 4.** Malla de polímero sobre los muros



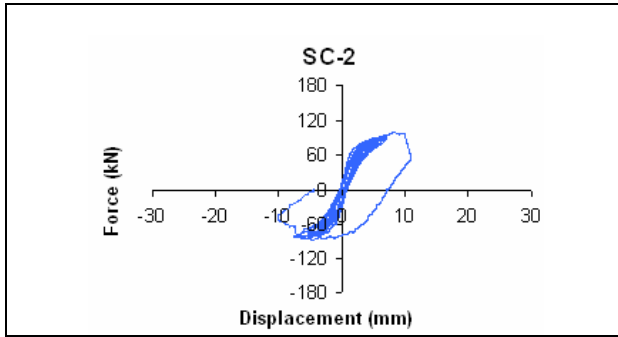
**Figura 5.** Tarrajeo de los muros.

## **Resultados Experimentales**

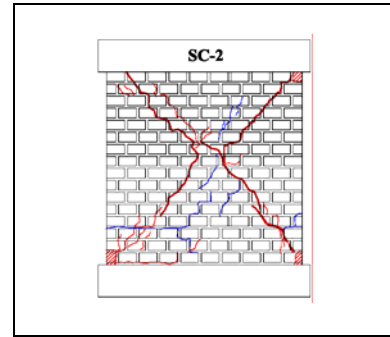
### ***Ensayos de Corte-Compresión***

En todos los paneles ensayados a corte-compresión aparecieron grietas en la base de los paneles. Estas grietas fueron producidas por el efecto de momento de flexión en el plano que la carga vertical no puede contrarrestar ya que la malla no está anclada a la base. Entonces, en adición a la deformación de los paneles, el transductor horizontal superior registró también la rotación de cuerpo rígido de los paneles. Sin embargo, en todos los paneles excepto uno, se logró conseguir el objetivo de obtener un modo de falla con grietas diagonales de corte. A pesar de que en los tres tipos de paneles la primera grieta fue de tensión horizontal en la base, el comportamiento final observado de cada uno de ellos fue muy diferente.

Para los paneles de albañilería simple (Figura 6) las primeras fisuras aparecieron para un desplazamiento máximo de +/- 2mm y carga horizontal de 70 kN, las grietas diagonales aparecieron cuando el desplazamiento horizontal fue de +/-10mm (Figura 7) y la curva de fuerza- desplazamiento empezó a decrecer. La máxima carga alcanzada fue de 98kN.

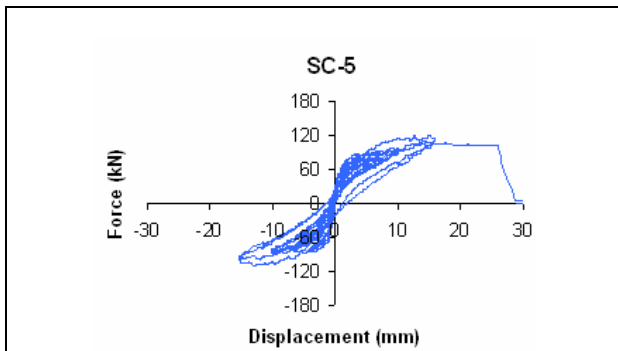


**Figure 6.** SC-2 – Curva Fuerza-Desplaz.

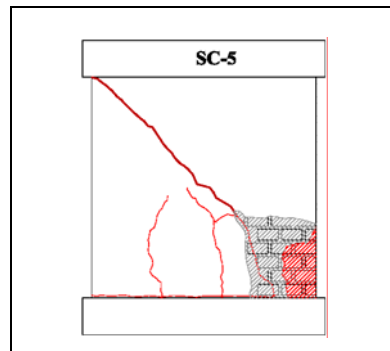


**Figure 7.** Crack pattern SC-2

En el caso de los panel tarrajeados (Figura 8), al desplazamiento máximo de +/- 2mm y carga horizontal de 100 kN, las grietas de tensión aparecieron en la base del panel. En +/- 15mm súbitamente apareció una gran grieta diagonal que inclusive desprendió el tarrajeo del talón en compresión lo cual significó el fin del ensayo (Figura 9). La carga máxima horizontal promedio fue de 120kN.



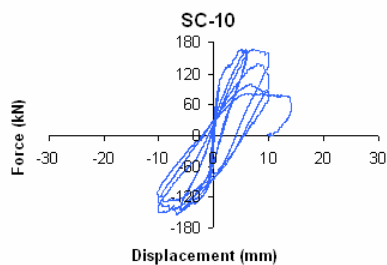
**Figura 8.** Curva de Fuerza-Desplazamiento



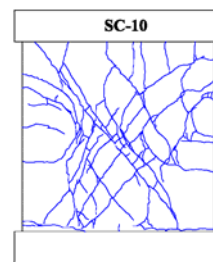
**Figura 9.** Patrón de grietas

La figura 10 muestra la curva F-D de los paneles reforzados con malla, donde se puede apreciar que existen lazos histereticos que encierran una mayor area, lo que implica mayor disipación de energía en comparación a los paneles sin refuerzo.

El patrón de grietas (Fig. 11) muestra que el refuerzo de malla distribuye el daño en muchas grietas finas en ambas direcciones diagonales comparadas con los paneles tarrajeados y sin refuerzo donde aparece una sola grieta ancha. El tarrajeo incrementa la resistencia horizontal.



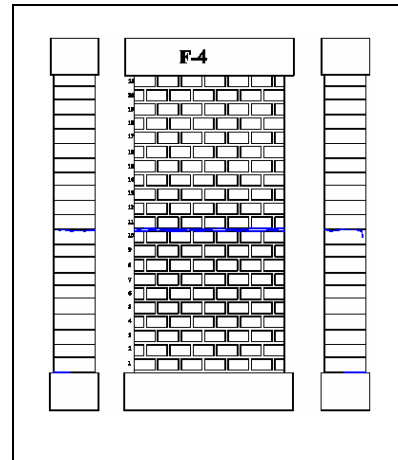
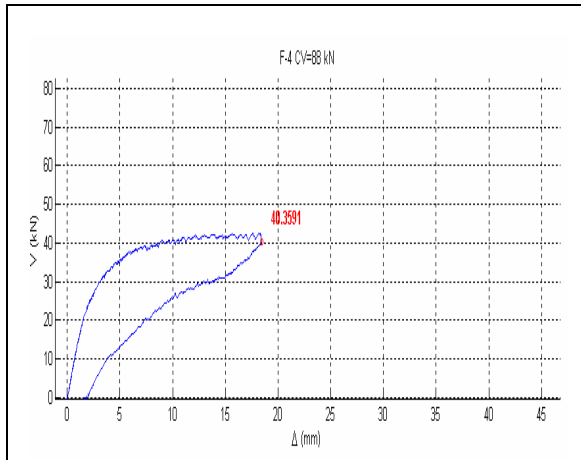
**Figura 10.** Curva F-D Panel SC-10



**Figura 11.** Patrón de grietas Panel SC-10

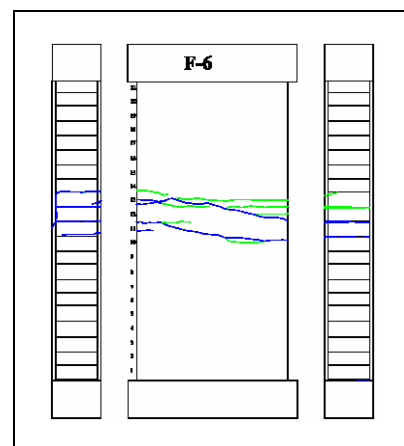
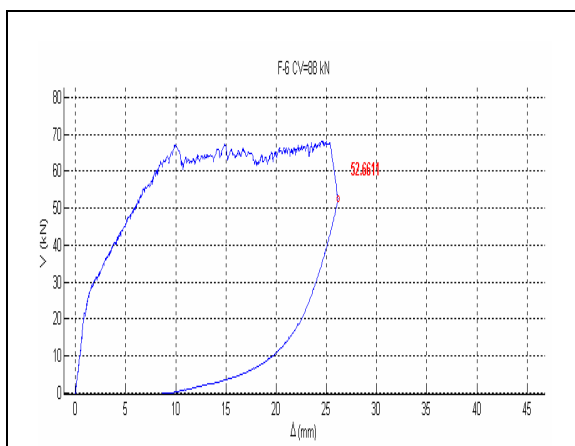
## Ensayos de flexión

Para los paneles sin refuerzo, el modo de falla consiste en una sola fisura horizontal cerca del tramo central que se abría progresivamente hasta cruzar casi todo el ancho del panel (Figura 13). Los paneles simples de albañilería alcanzaron una carga horizontal máxima de 40kN y los tarrajeados una carga de 60kN (Figura 12).

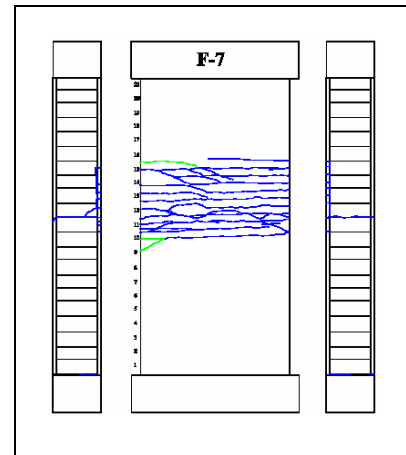
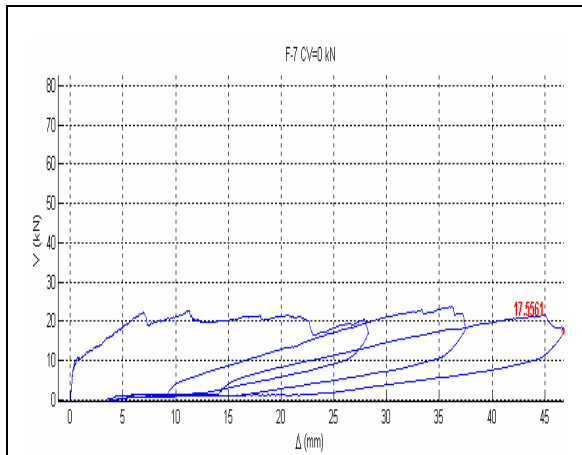


**Figura 12.** Curva F-D en el panel F-4 **Figura 13.** Patrón de grietas panel F-4

Para los paneles con refuerzo en la cara a tensión y carga vertical, el patrón de grietas fue disperso con muchas grietas horizontales cerca del tramo central (Figura 15). La máxima carga horizontal promedio fue de 70kN (Figura 14). Para los paneles sin carga vertical, el patrón de grietas fue aún mas disperso con muchas grietas cerca del tramo central (Figura 17). En este caso la carga máxima fue ligeramente mayor que 20kN y el desplazamiento horizontal máximo fue de 45mm (Figura 16).



**Figura 14.** Curva F-D para el panel F-6 **Figura 15.** Patrón de grietas panel F-6



**Figura 16.** Curva F-D del panel F-7 **Figura 17.** Patrón de grietas panel F-7

## Conclusiones

Si bien los ensayos han sido realizados con una malla especialmente diseñada para ser usada como refuerzo de mampostería, los resultados del comportamiento son también aplicables a las geomallas de polímero.

Para los paneles en corte-compresión una consideración importante concierne al estado de falla mostrada por los paneles reforzados en relación a los paneles simples y sin refuerzo. Los paneles simples y sin refuerzo muestran fisuras limpias aproximadamente a lo largo de una o dos diagonales del panel mientras que los paneles reforzados están caracterizados por una malla de grietas dispersas. Este resultado, sugiere que para el colapso del panel se requiere de la formación de un gran número de superficies de falla con un valor más alto de resistencia última y de disipación de energía.

Los ensayos de flexión han demostrado los efectos positivos del refuerzo con la malla en todos los parámetros mecánicos significativos como son la carga última, los desplazamientos últimos y la disipación de energía.

La gran distribución de fisuras especialmente en los paneles a flexión sin carga vertical pone en evidencia la benéfica contribución de la malla para mitigar los picos de daño y para incrementar la disipación de la energía debido a la propagación del daño.

La fragilidad que parece tener el tarrajeo en los muros simples se elimina debido a que la malla incrementa el comportamiento dúctil del panel.

Los resultados experimentales indican que este tipo de refuerzo puede utilizarse para reforzar tabiques de ladrillo cuidando que la malla esté traslapada con los elementos de concreto armado. La flexibilidad de la malla provee continuidad en las esquinas, ya que puede colocarse en forma continua.