

Influencia de los puentes de adherencia en la reparación de mampostería

<http://http://https://doi.org/10.51378/ilia.vi1.8506>

D. J. Cañas¹, R. O. Sermeño¹, J. A. Ramos¹

¹ Departamento de Mecánica Estructural, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA, El Salvador

E-mail: jramos@uca.edu.sv

Resumen– Se ha realizado un estudio sobre la influencia de los puentes de adherencia en la reparación de mampostería de bloque de concreto mediante parcheo estructural. Para ello, se llevó a cabo un plan experimental que consistió en la reparación de 30 probetas de bloques de concreto, en los que se utilizó para la mitad de las probetas mortero común de albañilería y para la otra mitad mortero común de albañilería más un puente de adherencia. Una variable adicional fue el ángulo de avivamiento de las probetas, de modo que, para cada conjunto de 15 probetas, 5 fueron reparadas con un ángulo de avivamiento de 30°, 5 con un ángulo de avivamiento de 15° y 5 con un ángulo de avivamiento de 0°. Luego del fraguado del mortero de pega, las probetas se ensayaron ante cargas de tensión directa. Los resultados obtenidos sugieren que independientemente del ángulo de avivamiento la capacidad a tensión de la mampostería se recupera siempre y cuando se use un puente de adherencia.

Palabras Clave - ángulo de avivamiento, mampostería de bloque de concreto, parcheo estructural, puente de adherencia, reparación, tensión en mampostería

I. INTRODUCCIÓN

Posterior a la ocurrencia de un sismo, los daños estructurales identificados requieren de un estudio de la estructura sismo-resistente afectada, esto para evaluar si se puede habilitar para uso continuo o es necesario el reforzamiento, reparación o demolición de la edificación.

Una reparación busca restaurar las propiedades sismoresistentes de las estructuras dañadas a un nivel igual o cercano a su capacidad inicial previo a la ocurrencia del evento sísmico. En El Salvador, debido a la vulnerabilidad intrínseca de las edificaciones de bloque de concreto, la distribución de daños suele ser grande ante eventos sísmicos con intensidad moderada. Por lo general, gran parte de estos daños requieren ser reparados y uno de los métodos más empleados es el parcheo estructural [2].

El método de parcheo estructural ha sido sujeto de diversos estudios llevados a cabo por trabajos tales como “Método de reparación para edificaciones de bloque de concreto” de C. Salazar, D. Valencia, J. Vigil y el trabajo de “Reparación de viviendas de bloque de concreto mediante el método del parcheo estructural” de Merino, J., Rivera, R., & Villalobos. Este método consiste en realizar un picado en la pared dañada con un ángulo de avivamiento con respecto al plano perpendicular de la pared, posteriormente se procede a reparar con mortero de relleno la zona picada y de esta forma se busca recuperar cierto porcentaje de la continuidad del elemento agrietado [1].

Si bien este método ha sido de amplio uso para intervenir viviendas y estructuras de bloque de concreto, aún existen interrogantes sobre la capacidad del método para recuperar las propiedades sismoresistentes originales de estructuras dañadas; como ejemplo, existe una gran incerteza sobre la adherencia del mortero utilizado para rellenar la zona avivada, hecho que sugiere la utilización de otros agentes tales como puentes de adherencia para lograr la continuidad de la mampostería una vez reparada la pared.

El presente estudio pretende contribuir a ampliar el conocimiento que se tiene sobre los puentes de adherencia aplicados a reparaciones de paredes de mampostería de bloque de concreto. Para ello, se ha elaborado un plan experimental cuyo objetivo es brindar información sobre las características de la mampostería reparada sometida a esfuerzos de tensión.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Como base del plan experimental, se han elaborado 30 probetas de bloque de concreto reparadas con el método de parcheo estructural. Las probetas consisten en dos segmentos de bloque de concreto que miden nominalmente 100 mm de ancho, 200 mm de alto y 32mm espesor. Ambos segmentos han sido unidos mediante mortero de albañilería buscando simular un segmento de pared reparada, la geometría de la probeta se esquematiza en la fig. 1. En total, se fabricaron 30 probetas que se dividen en 6 conjuntos de 5 probetas de iguales características (véase tabla 1). Las variables investigadas mediante las probetas son dos: la presencia o ausencia del puente de adherencia en el proceso de reparación y el ángulo de abertura θ del proceso de avivamiento (véase fig. 1).

Tabla 1. Características de las probetas ensayadas

Descripción	Cantidad de probetas	Puente de adherencia	Ángulo de avivamiento
Probeta de bloque de concreto unido con mortero de albañilería	5	No	0°
	5	Si	0°
	5	No	15°
	5	Si	15°
	5	No	30°
	5	Si	30°

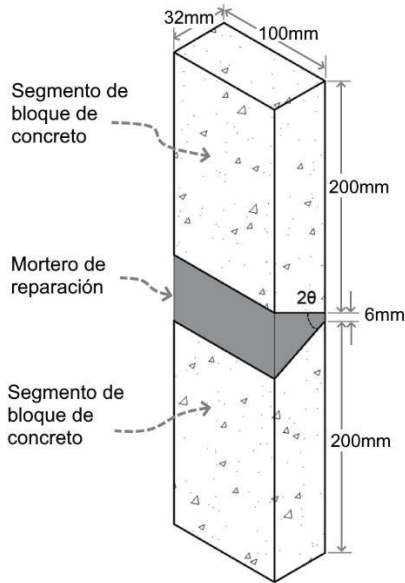


Fig. 1. Esquema de la probeta

En la fabricación de la probeta se utilizó las caras de unidades de bloque de concreto de espesor nominal de 20cm y peso medio, según ASTM C90, cuya resistencia promedio a compresión medida sobre el área neta es 83.5 kgf/cm² según el método de ensayo ASTM C140. El material de reparación es mortero de albañilería elaborado con una dosificación volumétrica de una parte de cemento ASTM C91-22 y tres partes de arena colada. La consistencia del mortero fue medida mediante un ensayo de fluidez y registró un valor de 108 % según el procedimiento de ensayo de la norma ASTM C91-22. La resistencia promedio de los cubos de mortero es 121 kgf/cm² ensayados según la norma ASTM C109. Todas las probetas fueron escarificadas en las zonas en contacto con el material de reparación, esto con la intención de aumentar la adherencia entre la mampostería y el mortero. Para dicha escarificación se utilizó martillo y cincel, posteriormente, el material suelto en la zona escarificada fue removido con la ayuda de un cepillo de alambre y brochas. Las probetas reparadas con puente de adherencia fueron recubiertas en su zona escarificada con un adhesivo de resina epóxica de tipo V, grado 2, según la norma ASTM C881.

Las probetas fueron sometidas a cargas de tensión directa que se incrementó hasta lograr la falla. Para inducir la fuerza de tensión, cada probeta fue sostenida por dos sistemas de mordazas idénticas que permiten transmitir la carga de tensión a través de fuerzas de fricción estática distribuidas sobre el área de contacto entre la mordaza y la probeta. En el diseño de la mordaza ha considerado que la zona de sujeción de las mordazas y la probeta debe estar separada de la reparación por lo menos una distancia “b” de la misma, esto para obtener una distribución uniforme de esfuerzos en la sección transversal de falla, donde “b” es la dimensión transversal mayor de la probeta como se muestra en la fig. 2. Cada mordaza consiste en un sistema de placas de acero de ½

pulgada de espesor capaz de comprimir a la probeta para su sujeción y unir las probetas a la máquina de carga, como se muestra en la fig. 3. Para evitar deslizamiento entre el contacto de acero y probeta se colocó una capa de corcho de madera en cada placa de acero, el corcho fue adherido a las placas de las mordazas por medio de pegamento a base de cianocrilato.

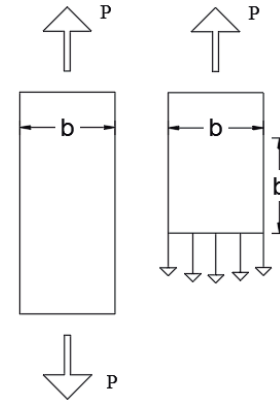


Fig. 2. Distancia de reparación y mordaza



Fig. 3. Sistema de aplicación de carga de tensión

Para medir la carga aplicada, en las mordazas superiores se colocó una celda de carga cuya capacidad es 5kN. La carga se aplicó con la ayuda de un marco rígido y un pistón hidráulico accionado por una bomba que fue controlada manualmente. La carga fue aplicada de manera gradual, con incrementos leves de modo de lograr la falla de la probeta en un rango aproximado de 2 minutos a partir del inicio del ensayo. La información de carga aplicada fue recolectada por medio de un colector digital conectado a la celda de carga a una tasa de registro de 1 segundo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las probetas en las que no se utilizó puente de adherencia la mayoría fallaron por el peso propio de las mordazas, por lo que las cargas de falla para este conjunto no superan los 20 kgf para los 3 tipos de ángulos de avivamiento que se está ensayando. Por el contrario, en las probetas donde se utilizó puente de adherencia se puede realizar el ensayo, obteniendo los siguientes resultados de esfuerzo normal (σ) y cortante (τ) en la interfaz de unión entre el mortero y la mampostería, medido ante las máximas cargas de falla para 0°, 15° y 30° de ángulo de avivamiento y un área bruta transversal A_0 calculada utilizando las dimensiones transversales L1 y L2.

Tabla 3. Comparativa de resultados obtenidos en probetas reparadas con puente de adherencia

Mortero de reparación con puente de adherencia							
N° probeta	P (kgf)	L1 (cm)	L2 (cm)	A0	θ	τ (kg/cm ²)	Σ (kg/cm ²)
1-0	108.98	10.15	3.39	34.41	0	0	3.17
2-0	144.99	10.5	3.35	35.18	0	0	4.12
3-0	188.44	10	3.35	33.5	0	0	5.51
4-0	195.88	9.48	3.39	32.14	0	0	6.1
5-0	188.02	10.45	3.39	35.43	0	0	5.31
Esfuerzo promedio						0	4.84
1-15	119	9.92	3.66	36.31	15	0.82	3.86
2-15	150.2	10.17	3.34	33.97	15	1.11	4.13
3-15	151.68	9.94	3.45	34.29	15	1.11	4.13
4-15	168.72	10.18	3.35	34.1	15	1.24	4.62
5-15	156.53	10.11	3.4	34.37	15	1.14	4.25
Esfuerzo promedio						1.8	4.04
1-30	124.86	10.3	3.2	32.96	30	1.64	2.84
2-30	133.21	10.21	3.4	34.71	30	1.66	2.88
3-30	106.43	10.2	3.43	34.99	30	1.32	2.28
4-30	132.63	9.8	3.48	34.1	30	1.68	2.92
5-30	188.62	10.11	3.5	35.39	30	2.31	4
6-30	124.53	9.85	3.44	33.88	30	1.59	2.76
Esfuerzo promedio						1.7	2.95

IV. CONCLUSIONES

Las probetas reparadas que utilizaron puente de adherencia mostraron fallas de la mampostería y del mortero en las zonas cercanas a la interfaz de unión. Esto muestra la efectividad del epóxico utilizado para aumentar la capacidad a tensión de la unión mortero-bloque.

Las probetas donde no se utilizó puente de adherencia fallaron en su mayoría por el peso propio y el peso de las mordazas. El modo de falla en todos los casos fue similar y consistió en el desprendimiento del mortero de reparación.

Si bien existen factores no controlados que pueden haber influido en la baja adherencia entre el bloque y el mortero, lo cierto es que tal deficiencia puede ser solventada con el uso de puentes de adherencia. Esto mediante parcheo estructural puede disminuirse si se incorpora implica la incerteza de la eficacia de una reparación en el proceso de reparación un puente de adherencia.

Asimismo existen factores no controlados que pueden haber influido en la baja adherencia entre el bloque y el mortero, lo cierto es que tal deficiencia puede ser solventada con el uso de puentes de adherencia. Esto implica que la incerteza de la eficacia de una reparación mediante parcheo estructural puede disminuirse si se incorpora en el proceso de reparación un puente de adherencia.

Si bien se observa un decremento de la carga promedio en función del incremento del ángulo de avivamiento, no es posible concluir directamente sobre su influencia debido al mal desempeño de las probetas sin puente de adherencia y a la falla en la mampostería de algunas de las probetas con puente de adherencia. Adicionalmente, durante el proceso de avivado se observó el debilitamiento de la mampostería debido a los golpes con el cincel y el martillo, por lo tanto, la observación sobre el decremento de resistencia en función del ángulo de avivamiento puede tener una explicación diferente que el estado de esfuerzos actuantes en la interfaz de unión entre el mortero y el bloque.

El breve aporte aquí realizado debe complementarse con ensayos a tensión para probetas de bloques de concreto reparadas con diferentes morteros y calidades de bloques de concreto que se encuentren en el mercado, de esta forma evaluar el método más económico y eficiente para lograr recuperar la resistencia estructural del elemento dañado. También se deberá evaluar la efectividad de estos puentes de adherencia ante acciones cíclicas, esto fundamentado en el hecho que la actividad sísmica de El Salvador, así como el cambio de cargas debido al uso de una edificación, influirá en la capacidad del puente de adherencia para mantener la integridad de la reparación.

REFERENCIAS

- [1] Merino, J., Rivera, R., & Villalobos, I. (2016). Reparación de viviendas de bloque de concreto mediante el método del parcheo estructural. Antiguo Cuscatlán, El Salvador.
- [2] Salazar, C., Valencia, J., & Vigil, J. (2014). Métodos de reparación para edificaciones de bloque de concreto. Antiguo Cuscatlán, El Salvador.