



# ARRIOSTRAMIENTO DE PARAPETOS EXISTENTES HECHOS DE ALBAÑILERÍA SIMPLE

¡Para revisar el artículo completo y todas las referencias bibliográficas, ingresa aquí!

Autores: *Ángel San Bartolomé, Reymundo Siancas y Alan Manrique*  
Adaptado por: *Carlos Concha Ávila*

## Resumen

En el Perú, existe una gran cantidad de parapetos de albañilería no arriostrados (ver figura 1 izquierda), los cuales constituyen un gran peligro puesto que podrían volcarse durante un evento sísmico, y ocasionar así daños materiales y poner en riesgo la integridad física de las personas (ver figura 2 derecha).



**Fig. 1.** Parapeto de albañilería sin arriostrar y volcamiento.

Por ello, se buscó determinar una técnica sencilla y económica que permita arriostrar adecuadamente los parapetos, para asegurar un buen comportamiento durante los sismos. Para lograr este fin, se verificaron posibles técnicas de arriostramiento mediante ensayos de simulación sísmica en la mesa vibradora del Laboratorio de Estructuras de la PUCP.

## 1. Introducción

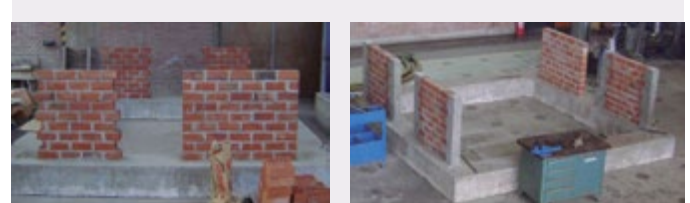
El Perú se encuentra en una zona de intensa actividad sísmica; ello, adicionado al hecho de que muchas de las viviendas o edificios construidos son altamente vulnerables, ocasiona que sismos de magnitud moderada produzcan el colapso de parte de la estructura.

Uno de los más frecuentes problemas que se encuentra es el de parapetos de fachadas que no cuentan con ningún tipo de arrioste; esto hace que se vuelquen fácilmente hacia la calle o hacia el mismo edificio, y se ocasionen pérdidas humanas.

Por ello, se evaluó el desempeño de tres técnicas de arriostramiento; se buscó que sean económicas y sencillas de construir con el fin de evitar el colapso de los parapetos.

## 2. Características de los especímenes

Para el estudio, se analizaron cuatro parapetos (figura 2 izquierda), tres de los cuales fueron arriostrados utilizando columnas de concreto de 12x12 cm en los bordes de los mismos. A las columnas se les dispuso diferente disposición y forma de anclaje en su refuerzo vertical con el fin de evaluar cuál es la que permite un mejor comportamiento. Uno de los parapetos no fue arriostrado para representar los existentes en gran cantidad de viviendas y de tal forma predecir su desempeño ante eventos sísmicos.



**Fig. 2.** Parapetos analizados. Primero se construyó la albañilería sobre un anillo de concreto.

Todos los parapetos fueron construidos de la misma longitud (1.20 m) y altura (1.00 m). Para simular el reforzamiento de los elementos, primero se construyó la albañilería dejando "dientes" en sus extremos (como se aprecia en la figura 2 derecha, en los parapetos M1, M3 y M4); luego se colocó el refuerzo vertical de las columnas y se vació el concreto de estas (figura 2 derecha).

En una situación de reforzamiento real, el parapeto no tiene la forma "dentada" en sus extremos, por lo que habría que picar algunas unidades de albañilería.

### Las características de los parapetos utilizados fueron las siguientes:

- Se utilizaron ladrillos de arcilla tipo King Kong con 18 huecos. Como estas unidades absorben agua, se las regó antes de asentarlas con el fin de que no succionen agua del mortero.
- El refuerzo de las columnas fue acero corrugado grado 60 ( $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ).

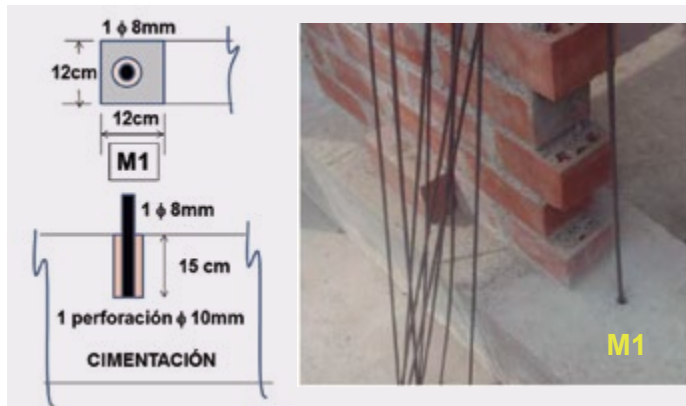
- La dosificación del mortero fue de 1:5 (una parte de cemento por cinco de arena gruesa).

- El concreto utilizado para las columnas tuvo una resistencia nominal  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Las juntas de mortero fueron de 1 cm.

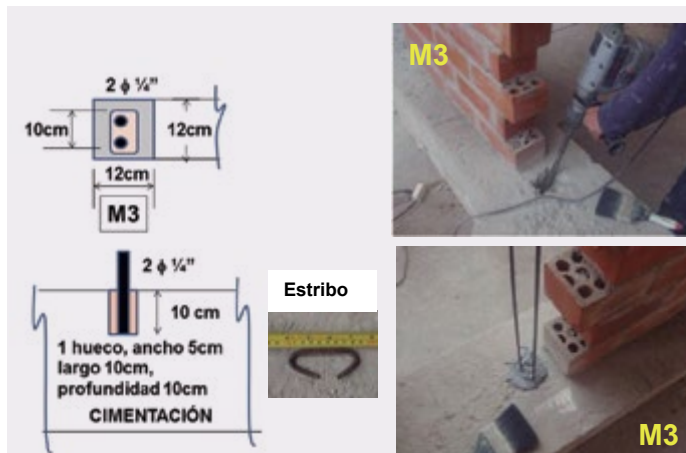
- El parapeto **M2** es al que no se le arriostró y servirá de patrón de comparación.

- Los parapetos **M1, M3 y M4** fueron arriostrados con dos columnas de concreto en sus extremos. Las columnas del parapeto M1 se reforzaron con una varilla de 8 mm de diámetro, la cual ancló con epóxico en un orificio realizado en la cimentación de 1 cm de diámetro y una profundidad de 15 cm (ver figura 3).

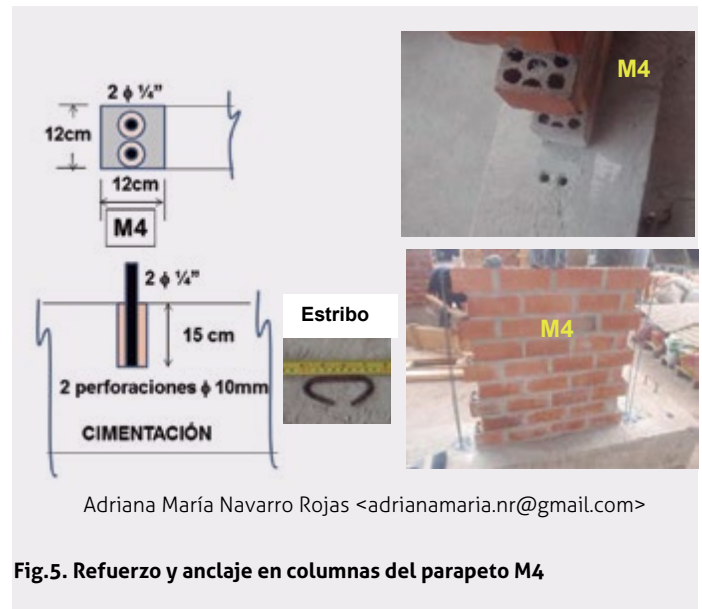


**Fig.3. Refuerzo y anclaje en columnas del parapeto M1.**

- Las columnas de los parapetos **M3 y M4** fueron reforzadas con dos varillas de acero de ¼" de diámetro, a los cuales se les colocaron estribos de ¼". En el caso del parapeto M3, las varillas se anclaron con epóxico en un hueco en la cimentación de 5x10 cm y una profundidad de 15 cm (figura 4). En el caso del parapeto M4, cada varilla de ¼" se ancló con epóxico en dos perforaciones hechas en la cimentación de 1 cm de diámetro y 15 cm de profundidad (figura 5).



**Fig.4. Refuerzo y anclaje en columnas del parapeto M3.**



**Fig.5. Refuerzo y anclaje en columnas del parapeto M4**

- Finalmente, la mano de obra fue la misma para la construcción de los cuatro parapetos.

### 3. Evaluación sísmica de los parapetos

Para representar el efecto que tiene un movimiento sísmico sobre un parapeto, se coloca una carga uniforme transversal a su plano.

Esta carga depende de la zona donde esté ubicada la estructura (en la costa, las aceleraciones por movimientos sísmicos son mayores que las de la selva, por ejemplo); del factor de importancia de la edificación (se coloca una mayor fuerza sísmica a parapetos de un centro educativo que a los de una vivienda); del peso volumétrico de la albañilería, el cual es aproximadamente 1800 kg/m<sup>3</sup>, y del espesor del parapeto.

Entonces, al determinar la fuerza sísmica y evaluar el esfuerzo normal de tracción en el borde inferior del parapeto M2, se encontró que este supera el esfuerzo admisible permitido, por lo que es necesario que sea arriostrado.

Así mismo, se determinó que la fuerza distribuida que deberían resistir los parapetos por solicitaciones sísmicas es de 112 kg/m<sup>2</sup>; por ello, se evaluó cuál sería la resistencia teórica, si no se presentan problemas por anclaje de las varillas de refuerzo de las columnas, de los parapetos M1, M3 y M4. La resistencia de estos tres parapetos fue similar y ronda alrededor de los 390 kg/m<sup>2</sup>, lo que significaría que se tendría un gran exceso de sobrerresistencia.

## 4. Ensayo de simulación sísmica

A los cuatro parapetos se los sometió en simultáneo a una señal de terremoto del 31 de mayo de 1970 ocurrido en Chimbote, la cual tuvo 30 segundos de duración. Se aplicaron tres fases en el ensayo para poder representar la acción de un sismo leve, moderado y severo. Se colocaron sensores a los parapetos para poder medir el desplazamiento y la aceleración a la que era sometidos en cada instante del ensayo (figura 9).

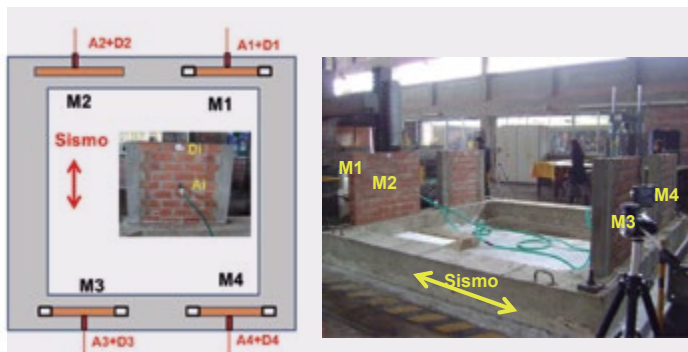


Fig.9. Instrumentación.

El comportamiento del parapeto no arriostrado (M2) fue pobre, ya que volcó durante la fase 1 del ensayo (sismo leve) como se aprecia en la figura 11, el parapeto 4 se agrietó en la base durante la fase 2 (sismo



Fig.11. Parapeto M2 - Fase 1.



Fig.12. M4-Fase 2. Grieta en la base.



Fig.11. Parapeto M2 - Fase 1.



Fig.12. M4-Fase 2. Grieta en la base.

moderado) (figura 12 ) para posteriormente volcarse durante la fase 3 (sismo severo), y se produjo una falla del anclaje del refuerzo vertical de las columnas de arriostre (figura 13). Los parapetos M1 y M3 quedaron sin daños después de las tres fases.

## 5. Ensayo de carga estática

Para evaluar cuál es la carga máxima que soportarían los parapetos M1 y M3 y la forma de falla, se los sometió a un ensayo estático, en el cual se les aplicó una carga en el borde superior a través de una gata hidráulica (figura 18). La forma de falla de los dos parapetos fue a través de volcamiento de su base, al observarse una falla por anclaje del refuerzo de las columnas de arriostamiento.



Fig.19. Ensayo Estático.

Debido a que la carga se aplicó en el extremo, mientras que la carga sísmica real actúa en forma distribuida perpendicularmente al plano del parapeto, fue necesario establecer una equivalencia para poder determinar la carga sísmica que producirían el volcamiento de los parapetos M1 y M3.

## 6. Comparación de resistencias máximas

Se presenta una tabla resumen en la que se indica la resistencia máxima teórica y la resistencia máxima obtenida a partir de los ensayos sísmicos y estáticos antes descritos. Así mismo, se indica cuál es la carga de diseño mínimo que piden los reglamentos de construcción.