

COMPORTAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE DURANTE EL SISMO DE PISCO DEL 15 DE AGOSTO DEL 2007

Marcial Blondet

Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

INTRODUCCION

Este breve reporte esta basado en las visitas realizadas al área afectada el sábado 18 de Agosto junto a Eduardo Fierro, líder del grupo EERI, y un grupo de la PUCP encabezado por Nicola Tarque, quien empezó la inspección y el trabajo in situ el viernes 17 de Agosto y posteriormente junto al grupo EERI. Las ciudades visitadas fueron, de Sur a Norte, Ica, Paracas, Pisco, Chincha y Cañete. También se visitaron los pequeños poblados aledaños a estas ciudades. El sismo causó cuantiosos daños a todas las construcciones de tierra en el área afectada. Pisco fue la ciudad más cercana al epicentro e inevitablemente la de mayor tasa de mortandad. La mayoría de las casas de adobe e iglesias en Pisco colapsaron o sufrieron daños irreparables. Los daños observados en Pisco se repitieron al menos en los pueblos y ciudades vecinas.

CASAS DE ADOBE TRADICIONAL

Las construcciones de adobe son de uso popular en Perú. La mayoría de casas de 50 años de antigüedad a más están hechas de adobe. Aunque la construcción con material noble se esta convirtiendo en la técnica de construcción preferida para aquellas familias que pueden costear dicha construcción, las construcciones de adobe son aun la única alternativa viable para muchas familias en Perú.

En las costas peruanas, la mayoría de las casas de adobe son de un piso alto. En el caso de las casas de dos pisos, el segundo piso usualmente se construye con quincha, la cual consiste en una serie de marcos de madera rellenos con caña cruzada cubiertos con barro y recubierto yeso. Dado que en la mayor parte de la costa peruana no llueve los techos son horizontales o planos y constan de vigas de madera apoyados directamente sobre paredes de adobe cubiertos por planchas de madera o una capa de caña cruzada, y algunas veces cubierto por esteras recubiertas de barro.

El grosor y altura de las paredes depende principalmente de la edad de la vivienda: las casas antiguas presentan paredes anchas y altas (de hasta 0.80 m de ancho, y 4 m de altura; con coeficientes de esbeltez de 5 a 6). Las casas contemporáneas tienen paredes más delgadas y cortas (típicamente de 0.25 m de ancho, y 2.5 m de altura, con coeficientes de esbeltez entre 8 y 10 o mayores). El interior de las paredes y divisiones están hechas de adobe o quincha. En ningún caso las paredes fueron provistas de ningún refuerzo adicional para resistir la fuerza sísmica.

En Pisco, más del 80% de las casas de adobe colapsaron o sufrieron grandes daños. Esto debido a la pésima combinación de las características mecánicas de las paredes de adobe: masivas, débiles y quebradizas. Dado que son masivas, estas atraen grandes fuerzas de inercia durante el movimiento sísmico, siendo incapaces de resistir ya que la construcción es débil y frágil por lo tanto la ruptura se produce sin previo aviso. Además, en Pisco y áreas vecinas, los bloques de adobe y la mezcla fueron hechos con suelo arenoso, lo cual no tiene suficiente arcilla como para proporcionar una buena adhesión entre la mezcla y los bloques de adobe. La figura 1 muestra la vista de una calle en Pisco, llena de escombros de las casas de adobe colapsadas.



Figura 1.- Calle en Pisco tres días después del sismo. La mayoría de las casas de adobe sufrieron colapso total. La casa azul claro en el extremo derecho, sin daños, fue hecha de material noble.

El tipo mas común de colapso observado en las casas de adobe se debe a la formación de grietas verticales en las esquinas de las paredes a consecuencia de la fuerza de la sacudida “out-of-plane”, seguido por el colapso de las paredes sobre la calle y algunas veces el colapso del techo (especialmente si la viga del techo se apoya sobre la fachada de la pared). Para evitar este tipo de daños pudo haber sido útil el uso de un collar en la parte superior que haga que se unan todas las paredes, Ver Figura 2.



Figura 2.- Casas de adobe colapsadas en Pisco. Las vigas del techo de la casa de la derecha estaban apoyadas sobre las divisiones de quincha. Las vigas del techo de la casa de la derecha estaban apoyadas sobre la fachada de la pared, por lo tanto colapsaron con la fachada. Nótese a la izquierda la casa construida de material noble sin daños y en la parte posterior derecha el colapso de la fachada de una casa.

En algunas casas de adobe las paredes que no colapsaron “out-of-plane” mostraron típicas grietas diagonales debido a la carga en plano, siguiendo un patrón tipo escalera dentro de la interfaz mezcla – bloque. Algunas casas de adobe no sufrieron daños significantes dado que estaban emplazadas en un vecindario de casas de material noble.

CASAS DE ADOBE REFORZADAS

En 1999 la universidad Católica del Perú (PUCP) reforzó 19 casas en diferentes lugares del país. Dicho reforzamiento consistió en bandas de malla de alambre soldado y clavado en las paredes cubiertas con una mezcla de cemento y arena. En la Figura 3 se muestra la casa que fue construida en Guadalupe, una pequeña ciudad cerca de Ica. Dicha casa no sufrió ningún daño durante el sismo de Pisco, mientras que las casas contiguas que no fueron reforzadas sufrieron daños significantes o colapso. Este sistema de reforzamiento debe ser usado con cuidado puesto que, aunque los ensayos en la mesa vibradora muestren que la fuerza de las paredes de adobe se incrementa significativamente, el modo de colapso es frágil.



Figura 3.- Esta casa de adobe sin daños fue reforzada con bandas de alambre cubiertas con una mezcla de arena y cemento. Las bandas verticales fueron puestas en cada intersección de la pared, y las bandas horizontales al nivel del techo. A la derecha, nótese el colapso de la pared sin refuerzo.

Iglesias

En Perú se tiene muchas iglesias antiguas extraordinarias. Muchas de ellas construidas con paredes de adobe y bóvedas de quincha que cubren la parte central de las mismas. La mayoría de las iglesias sufrieron cuantiosos daños durante el sismo.

El caso mas dramático es el de la iglesia de San Clemente en Pisco, donde la bóveda colapso repentinamente y mato alrededor de 160 personas quienes asistían a un servicio funerario. El sacerdote se salvo porque estaba bajo la cúpula, la cual había sido reparada con concreto reforzado después de un previo sismo. La figura 4 muestra una vista lateral de la iglesia de San Luis, un pequeño poblado al sur de Cañete. Al parecer el peso lateral de la bóveda la empujo hacia la pared que la soportaba, siendo debilitada por la puerta de entrada.



Figura 4.- *La Iglesia de San Luis, La pared lateral y sus pesados pilares fueron prácticamente traídos abajo presumiblemente por el empuje dinámico del colapso de la bóveda. Las torres fueron hechas de quincha y sufrieron daños menores.*

AGRADECIMIENTOS

El autor esta agradecido a Eduardo Fierro lider del grupo EERI; a Nicola Tarque y su equipo: Luis Carlos Fernandez y Jesús Carpio de la PUCP y Eric Hulburd de la Universidad de Standford; a Julio Vargas y Eduardo Ismodes, Decano de Ingeniería de la PUCP.