



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**PROPUESTA DE RECONSTRUCCIÓN POST-TERREMOTO
DE VIVIENDAS DE ADOBE REFORZADO**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

Álvaro César Rubiños Montenegro

ASESOR: Dr. Marcial Blondet

Lima, Mayo del 2009

Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado

RESUMEN

Muchas de las personas que construyen con adobe en el Perú, y en el mundo, no tienen los conocimientos ni la asistencia técnica necesaria para construir viviendas reforzadas sísmicamente, lo que hace que sus construcciones sean muy vulnerables a los terremotos. Esto se evidenció con la destrucción total de las viviendas de adobe durante el terremoto del 15 de Agosto del 2007 en Pisco (Perú). Aun así, muchas personas seguirán construyendo sus viviendas con adobe dado que esta tecnología es simple y no demanda grandes recursos económicos.

Para reducir la vulnerabilidad sísmica de estas construcciones de adobe, organizaciones como la PUCP, CARE Perú, SENCICO y FORSUR diseñaron un programa de capacitación masiva dirigido a la población afectada por el terremoto para la reconstrucción de sus viviendas con adobe reforzado con geomallas. El enfoque de este programa fue instalar capacidades en la población para que ellos mismos sean agentes de su propio desarrollo y sepan reconstruir sus viviendas de adobe en forma sismorresistente y saludable.

Este trabajo documenta el programa de capacitación masiva y describe brevemente otros proyectos realizados en el sur del Perú. Además, toma sus enseñanzas para plantear una propuesta sistematizada de reconstrucción de viviendas de adobe reforzado. Esta propuesta podrá ser aplicada en países sísmicos que se encuentren en proceso de reconstrucción luego de un desastre ocasionado por un terremoto.

Agradecimientos

Agradezco principalmente a mi madre y hermana por su amor, paciencia, comprensión y apoyo. De igual modo, agradezco a mi asesor Dr. Marcial Blondet por su orientación, aliento y ejemplo de profesionalismo.

Agradezco también al Ing. Julio Vargas, Ing. Gladys Villa García y al Ing. Francisco Ginocchio por su amistad y colaboración en este trabajo. Asimismo, doy las gracias al personal del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la PUCP por su gran aporte técnico.

Agradezco al Dr. Luís Bacigalupo, Arq. Claudia Walker, Arq. Armando Rodríguez, José Roncal, Victoria Román, Andrea Bringas y Vladimir Inguil, por la ayuda, apoyo y gran amistad brindada.

Hago un agradecimiento especial al Ing. Julio Araujo por su tiempo, experiencia y sabios consejos. Y, finalmente, agradezco a mis amigos cuyo aprecio y motivación colaboraron con la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
1. EL PERÚ: PAÍS SÍSMICO	
1.1 Antecedentes	1
1.2 El Terremoto de Pisco	2
1.3 Acciones de emergencia	5
1.4 Situación actual de la población afectada	6
2. LA VIVIENDA DE ADOBE EN EL PERÚ	
2.1 Introducción	7
2.2 Comportamiento sísmico de las viviendas de adobe	8
2.3 Necesidades de acción	9
3. LA RECONSTRUCCIÓN BASADA EN CONCEPTOS DE DESARROLLO HUMANO	
3.1 Síntesis de la filosofía de Amartya Sen	10
3.2 Aumento de capacidades en la población afectada por el Terremoto de Pisco para la reconstrucción de sus viviendas	11
4. UNA VIVIENDA DE ADOBE SEGURA Y SALUDABLE	
4.1 Refuerzos sísmicos en viviendas de adobe	12
4.2 Vivienda de adobe segura y saludable reforzada con geomallas sintéticas	
4.2.1 Refuerzo sísmico	13
4.2.2 Saneamiento básico	14
5. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN MASIVA DIRIGIDO A LA POBLACIÓN AFECTADA POR EL TERREMOTO DE PISCO	
5.1 Diseño del programa de capacitación	16
5.2 Desarrollo de material de difusión y apoyo	
5.2.1 Cartilla de difusión	16
5.2.2 Módulo de capacitación y video didáctico	17
5.2.3 Vivienda de adobe reforzado Bono6000	17
5.3 Implementación del programa de capacitación	
5.3.1 Capacitación en el campus PUCP	
5.3.1.1 Descripción del proyecto	18

	Pág.
5.3.1.2 Clases teóricas y prácticas	19
5.3.1.3 Construcción del Módulo de Capacitación	22
5.3.2 Capacitación en las zonas afectadas por el Terremoto de Pisco	
5.3.2.1 Descripción del proyecto	33
5.3.2.2 Acciones en la provincia de Cañete	37
5.3.2.3 Acciones en la provincia de Pisco	43
5.3.2.4 Acciones en la provincia de Chincha	48
6. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE EN LAS ZONAS AFECTADAS	
6.1 Proyectos realizados por la PUCP	53
6.2 Proyectos realizados por otras instituciones	54
6.3 Proyecto de reforzamiento GTZ-CERESIS-PUCP	57
6.4 Proyecto de reconstrucción GTZ-COPASA-PUCP	58
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1. Conclusiones	59
7.2. Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado	
7.2.1 Introducción	61
7.2.2 Actores involucrados	62
7.2.3 Etapa de Emergencia	64
7.2.4 Desarrollo de la propuesta	65

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. EL PERÚ: PAÍS SÍSMICO

1.1 Antecedentes

El Perú es uno de los países de Sudamérica ubicados dentro del “Cinturón del fuego del Pacífico”, un área que engloba más del 80% de la actividad sísmica en el mundo (Kuroiwa 2002). Esta actividad sísmica es producida por la constante interacción de las placas tectónicas ubicadas en la zona, la cual ha ocasionado numerosos terremotos en la parte occidental de Sudamérica. Muchos de ellos tuvieron gran magnitud y causaron destrucción y numerosas pérdidas materiales y de vidas humanas.

La mayoría de los movimientos sísmicos que se producen en el Perú se deben al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana a razón de 9 cm/año (Kuroiwa 2002). Entre estas placas se generan esfuerzos de fricción y se acumula gran cantidad de energía. Cuando estos esfuerzos son mayores a los que resiste la roca, esta se rompe. La ruptura libera la energía acumulada en forma de ondas que se propagan y llegan a la superficie.

Uno de los terremotos más devastadores ocurridos en nuestro país se produjo en Mayo de 1970, el cual ocasionó la muerte de casi de 70 000 personas y la desaparición total del poblado de Yungay. En Noviembre de 1996, en el sur del Perú, se produjo otro terremoto que causó gran destrucción, dejando más de 90 000 damnificados, cerca de 5 000 viviendas destruidas y más de 10 000 viviendas afectadas (INDECI 2006). En Junio del 2001, un nuevo terremoto en el sur del Perú dejó el saldo de 83 personas fallecidas, cerca de 220 000 damnificados, alrededor de 37 000 viviendas afectadas y aproximadamente 22 000 viviendas destruidas (INDECI 2001).

Sismólogos de todo el mundo han investigado formas de predecir los terremotos con el objetivo de salvar vidas. Estas investigaciones no han dado resultados satisfactorios ya que las predicciones hechas nos son confiables. Sin embargo, existe una forma de predecir los terremotos a mediano y largo plazo basada en mapas de brechas sísmicas. Estas brechas son zonas donde no se ha producido un sismo en varios años y en donde es más probable que, tarde o temprano, se libere la energía acumulada.

La Figura 1 (Tavera 2008a) muestra el mapa de distribución espacial de terremotos para la zona central del Perú. Se indica el año en que se produjo el movimiento sísmico y su área de ruptura. Los valores entre paréntesis indican la magnitud (Ms) del terremoto.

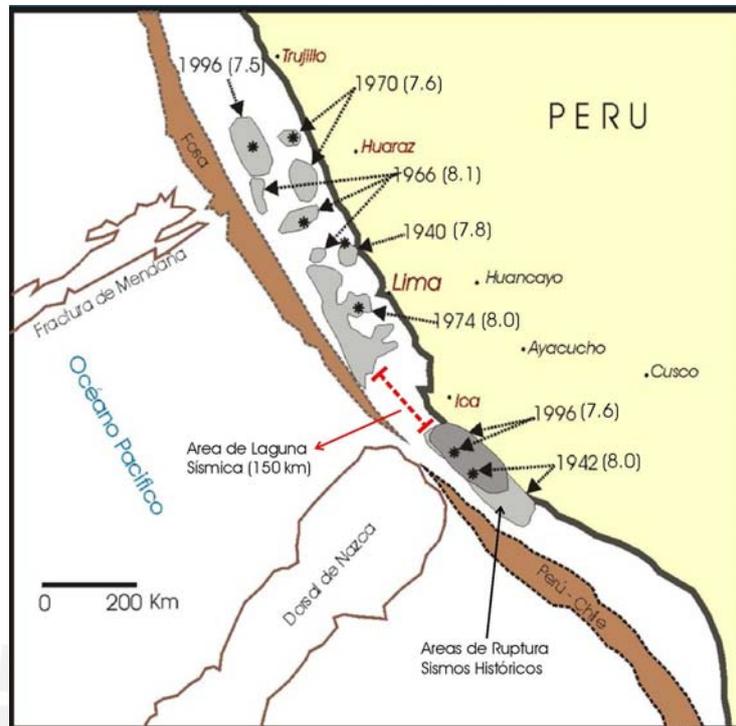


Figura 1. Distribución de terremotos en la zona central del Perú

Los terremotos de Lima (1974) e Ica (1996) dejaron una zona de laguna sísmica entre sus áreas de ruptura por varios años. El terremoto del 15 de Agosto del 2007 tuvo su epicentro frente a la ciudad de Pisco, ubicada en dicha zona de laguna sísmica.

1.2 El Terremoto de Pisco

El 15 de agosto del 2007 a las 18:40 hrs. (hora local) se produjo un gran terremoto de 7.0 en la escala de Richter (ML) frente a la zona de Pisco, el cual tuvo una duración aproximada de 210 segundos y que afectó a los departamentos de Lima, Ica y Huancavelica. El epicentro del terremoto, con coordenadas 13,49° S y 76,85° W, se ubicó a 74 km al oeste de la ciudad de Pisco y a 26 km de profundidad (Tavera et al. 2008b).

La intensidad del terremoto, en la escala de Mercalli Modificada (MM), en ciudades como Pisco y Chincha fue de VII-VIII. Se observó el colapso de viviendas de adobe y

quincha, y construcciones de albañilería y concreto sufrieron serios daños, llegando a colapsar alguna de ellas. Además, se presentó licuefacción de suelos en la zona de Tambo de Mora. En la ciudad de Ica la intensidad alcanzada fue de VII. Viviendas de adobe de esta ciudad sufrieron grandes grietas y colapsos parciales y totales. Además, la Iglesia del Señor de Luren presentó graves daños. En la ciudad de Lima la intensidad fue VI. Hubo pánico general y las personas huyeron hacia los exteriores de edificios y viviendas. Se observó la oscilación de postes de alumbrado público. Ciudades como Arequipa, Moquegua y Piura tuvieron intensidades II-III. La Figura 2 (Tavera et al. 2008c) muestra el mapa de intensidades (MM) ocasionadas por el Terremoto de Pisco.

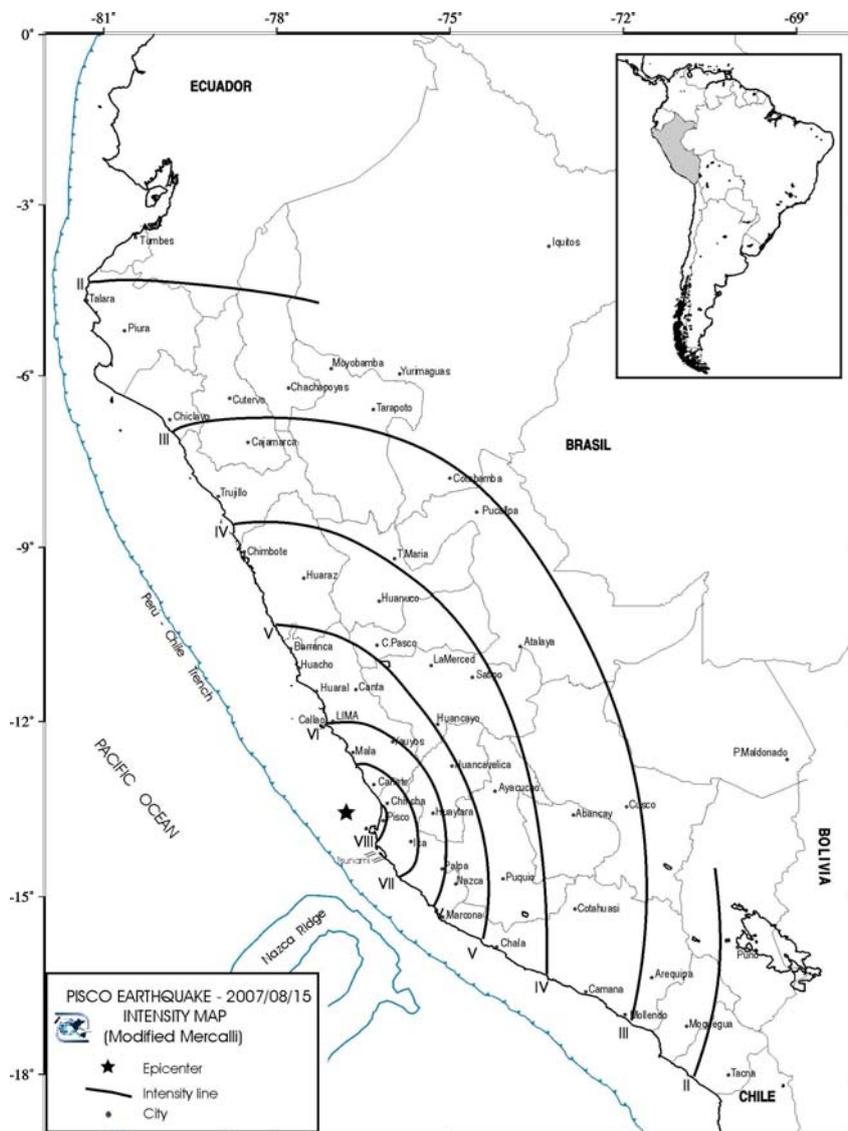


Figura 2. Mapa de intensidades producidas por el Terremoto de Pisco

Según cifras del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), el Terremoto de Pisco dejó cerca de 435 000 personas damnificadas, casi 600 personas fallecidas, más 48

000 viviendas destruidas y muchos monumentos históricos sufrieron daños incalculables. Además, aproximadamente 1 200 aulas de clase sufrieron serios daños estructurales y más de 100 establecimientos de salud fueron muy afectados. A esto se sumó el bloqueo de la carretera Panamericana Sur debido a las grietas y desniveles ocasionados por el terremoto, lo que impidió que la ayuda llegue rápidamente. La Tabla 1 presenta la evaluación de daños ocasionados por el Terremoto de Pisco en cada departamento (INDECI 2008).

Tabla 1. Evaluación de daños ocasionados por el Terremoto de Pisco

UBICACIÓN	Personas				Viviendas		
	Damnif.	Afectadas	Heridas	Fallecidas	Destruídas	Inhabitables	Afectadas
ICA	363 841	157 369	1 133	586	43 388	35 519	31 966
Prov. Chincha	147 520	44 916	256	114	17 511	14 349	9 343
Prov. Ica	155 660	60 501	173	89	14 032	21 170	12 787
Prov. Pisco	59 971	50 522	701	383	11 707	----	9 550
Prov. Palpa	690	1 430	----	----	138	----	286
Prov. Nazca	----	----	3	----	----	----	----
LIMA	59 483	40 371	155	10	4 245	8 298	9 183
Prov. Cañete	47 527	27 801	20	10	3 304	6 813	6 678
Prov. Huarochirí	70	2 005	----	----	9	----	394
Prov. Lima	636	175	128	----	167	----	33
Prov. Yauyos	11 075	9 985	2	----	730	1 485	1 997
Prov. Callao	175	405	5	----	35	----	81
HUANCAVELICA	10 810	20 870	4	0	479	1 683	4 174
Prov. Castrovirreyna	7 060	10 320	----	----	357	1 055	2 064
Prov. Huancavelica	470	365	4	----	8	86	73
Prov. Huaytará	3 280	10 185	----	----	114	542	2 037
AYACUCHO	460	2450	0	0	92	0	490
Prov. Cangallo	330	450	----	----	66	----	90
Prov. Huamanga	100	250	----	----	20	----	50
Prov. Huanta	----	50	----	----	----	----	10
Prov. La Mar	----	5	----	----	----	----	1
Prov. Lucanas	----	1 120	----	----	----	----	224
Prov. Parinacocha	----	525	----	----	----	----	105
Prov. Paucar Sarasara	30	50	----	----	6	----	10
JUNÍN	20	0	0	0	4	0	0
Prov. Huancayo	20	----	----	----	4	----	----
TOTAL	434 614	221 060	1 292	596	48 208	45 500	45 813

1.3 Acciones de emergencia

Un día después del desastre, el gobierno peruano declaró en estado de emergencia a las zonas afectadas por el Terremoto de Pisco mediante Decreto Supremo N° 068-2007-PCM. Con la finalidad de hacerse cargo de estas zonas, una de las primeras acciones tomadas por el gobierno fue la creación del Fondo de Reconstrucción de Sur (FORSUR) mediante ley N° 29078. Este organismo tuvo las siguientes funciones:

- Realizar una evaluación general de los efectos del terremoto en las zonas de emergencia.
- Supervisar, aprobar y coordinar el desarrollo y ejecución de proyectos de rehabilitación y reconstrucción.
- Colaborar con Defensa Civil y autoridades locales en el trabajo de emergencia.

Los recursos económicos con los que contó FORSUR para llevar a cabo sus funciones provinieron de las transferencias del Tesoro Público, los aportes y donaciones otorgados al Estado peruano por parte de entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, lo aportes obtenidos de la cooperación nacional e internacional, entre otros. Además, esta entidad tuvo autonomía económica, financiera y técnica; excepciones en normas sobre presupuesto, responsabilidad, y transparencia fiscal, así como también excepciones en la aplicación de las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). Todo esto con la finalidad de que su labor se ejecutara con mayor rapidez.

La siguiente acción del gobierno peruano fue ofrecer una subvención por pérdidas materiales, llamado también bono de reconstrucción, de seis mil nuevos soles a las familias que perdieron su vivienda a causa del terremoto y que podían demostrar que eran dueños del inmueble (Decreto Supremo 023-2007). La evaluación y otorgamiento de la constancia de Damnificado Beneficiario estuvo a cargo de los comités locales de Defensa Civil. Algunos beneficiarios del bono de reconstrucción que cumplían con ciertos requisitos pudieron acceder a préstamos de bajos intereses para vivienda. Con los fondos del gobierno y con fondos propios estas personas pudieron comprar casas hechas de albañilería confinada. Las personas de bajos recursos que no cumplieron con los requisitos para estos préstamos sólo podían reconstruir sus viviendas con el bono de reconstrucción.

El bono fue entregado en materiales de construcción. Los pobladores de la zona urbana pudieron comprar materiales a través del Banco de Materiales (BANMAT). A los pobladores de la zona rural se decidió entregarles un kit de materiales para que lo utilicen en la autoconstrucción supervisada de su vivienda de adobe saludable y sismorresistente.

1.4 Situación actual de la población afectada

Lamentablemente, la reconstrucción de las viviendas se viene realizando a un ritmo muy lento. A más de un año y medio del terremoto, la situación de los damnificados no ha tenido cambios significativos. Muchas personas aún siguen viviendo en carpas de plástico donadas en la etapa de emergencia (Figura 3a). Los más afortunados pudieron conseguir módulos de madera que fueron donados por diferentes entidades. Otras personas viven en albergues y refugios. Además, si bien se han hecho esfuerzos para mejorar las condiciones de agua y desagüe de la zona, muchas personas no tienen un lugar adecuado para cocinar sus alimentos y son vulnerables a contraer enfermedades respiratorias (Figura 3b).

Adicionalmente, miles de personas no pueden demostrar que fueron propietarios de los inmuebles que colapsaron, ya que no cuentan con título de propiedad. Este inconveniente causa que no logren calificar para obtener el bono de reconstrucción otorgado por el gobierno peruano. Otras personas, que sí pudieron acceder al bono, iniciaron la construcción de sus viviendas con albañilería confinada, pero no la culminaron. Lamentablemente, el bono de reconstrucción no es suficiente para construir una vivienda de albañilería cómoda, sismorresistente y saludable. El caso en el sector rural es aún más alarmante ya que aún no se ha hecho entrega de los kits de materiales para que puedan reconstruir sus viviendas con adobe reforzado.



a) Familias viviendo en carpas



b) Cocinas precarias

Figura 3. Estado actual de las familias de las zonas afectadas

2. LA VIVIENDA DE ADOBE EN EL PERÚ

2.1 Introducción

Es posible hallar construcciones de adobe en casi todos los lugares del mundo, ya que es un material de construcción muy antiguo. Se han encontrado construcciones con este material que datan desde 8 000 A.C. (Houben y Guillard 1994). En el Perú, podemos encontrar construcciones de tierra desde la época pre-hispánica. Actualmente, las viviendas de tierra en el Perú se encuentran en zonas urbanas y rurales. Según cifras del INEI (2005) existen más de 2 167 000 viviendas cuyas paredes son de adobe y tapial. Esto representa casi el 40% de las viviendas del Perú.

La típica vivienda de adobe en el Perú posee 1 ó 2 pisos. La mayoría, en especial las de la zona rural, no cuentan con sobrecimientos adecuados. El espesor de los muros es variable, desde 0,30m hasta 1,00 m (antiguas casonas). Las habitaciones son espaciosas (en especial la sala). Las cocinas y los baños se encuentran, generalmente, fuera de la vivienda. Poseen un espacio en la parte posterior utilizado como depósito o para la crianza de animales. El techo está compuesto por troncos de eucalipto o caña apoyados sobre los muros, con pendientes a una o dos aguas. La cobertura de los techos es de caña chanchada y sobre esta se coloca una torta de barro; otras viviendas utilizan tejas o calaminas. La figura 4 muestra una típica vivienda de adobe en el Perú.



Figura 4. Típica vivienda de adobe en el Perú (Shismay - Huánuco)

2.2 Comportamiento sísmico de las viviendas de adobe

Es bien sabido que las propiedades sismorresistentes de las construcciones de adobe no reforzadas son muy bajas. La razón del mal comportamiento sísmico de estas construcciones se debe al gran peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, estas construcciones desarrollan grandes fuerzas de inercia que son incapaces de resistir, y por ello fallan violentamente (Blondet et al. 2003). La forma de falla más común durante un sismo en las construcciones de adobe es la aparición de grandes grietas verticales en los encuentros de los muros (Figura 5a). Debido a fuerzas fuera del plano estos muros pueden caer ocasionando el colapso del techo. Otro tipo de falla común es la aparición de grietas diagonales en los muros (Figura 5b). Estas grietas usualmente siguen la interfase mortero – unidad de adobe.



a) Grieta vertical



b) Grieta diagonal

Figura 5. Tipos de falla en viviendas de adobe (Blondet et al. 2008a)

La mayoría de viviendas destruidas, inhabitables y afectadas por el Terremoto de Pisco estuvieron ubicadas en el departamento de Ica. El material predominante de muchas de estas viviendas fue el adobe y su construcción carecía de refuerzo sísmico, lo que aumentó su vulnerabilidad ante el terremoto. Además, estas construcciones no contaban con una viga collar en la parte superior de los muros que permita mantenerlos unidos y evite su colapso. Adicionalmente, la forma tradicional de construcción de la zona evitaba llenar completamente las juntas verticales de los muros de adobe. A esto se sumó la baja calidad del mortero de asentado, el cual contenía muy poco porcentaje de arcilla y que produjo una baja adherencia entre bloques. La Figura 6 muestra el colapso de viviendas de adobe producidas por el Terremoto de Pisco.



Figura 6. Construcciones de adobe destruidas por el Terremoto de Pisco

2.3 Necesidades de acción

Siendo el adobe uno de los materiales más antiguos utilizados para la construcción, la vulnerabilidad sísmica que presentan las construcciones no reforzadas es considerablemente alta. Más aun, muchas de las viviendas de adobe construidas en el Perú pertenecen a familias de bajos recursos económicos que no cuentan con la asistencia técnica, ni con los conocimientos, para realizar una construcción sismorresistente. Factores como el panorama sismo tectónico de nuestro país sumado a la deficiente construcción con adobe conlleva a que miles de familias se encuentren en un inaceptable riesgo sísmico.

Es un gran problema que la técnica tradicional de construcción con adobe en el Perú no incluya el uso de refuerzo sísmico. Esto se debe, entre otras cosas, a que muchas personas que construyen con este material desconocen los métodos de reforzamiento existentes. Una forma de reducir la vulnerabilidad sísmica de las construcciones de adobe y, de esta manera, aumentar la calidad de vida de sus ocupantes es difundir los métodos de refuerzo sísmico desarrollados y capacitar a las personas para que los utilicen en la construcción de su vivienda sismorresistente. El enfoque de esta capacitación debe ser el de instalar capacidades en las personas para que puedan incorporar estos métodos de refuerzo en sus construcciones de manera espontánea. Esto evitará la muerte de muchas personas bajo los escombros de su propia vivienda de adobe, luego de un terremoto.

3. LA RECONSTRUCCIÓN BASADA EN CONCEPTOS DE DESARROLLO HUMANO

3.1 Síntesis de la filosofía de Amartya Sen

En su trascendental libro “Desarrollo y Libertad” (Development as freedom) Amartya Sen (2000) afirma que el desarrollo de una sociedad puede ser medido como el grado de libertad que tienen sus habitantes. En una sociedad desarrollada las personas tienen la libertad de escoger la manera en que quieren vivir. Según Sen, la libertad tiene varias dimensiones: libertad política, facilidades económicas, oportunidades sociales, garantías de transparencia y seguridad protectora. Pero, ¿cómo conseguir el desarrollo? Muchos países eligen mejorar la dimensión económica (por ejemplo, brindando facilidades para la inversión extranjera) con la esperanza de que también ocurra una mejora en las otras dimensiones. Lamentablemente, en la mayoría de los casos esto no ocurre, y un aumento en el PBI no se refleja en la mejora de la calidad de vida de la población. Sin embargo, es posible aumentar el nivel de desarrollo de una sociedad realizando esfuerzos enfocados en aumentar la calidad de las dimensiones que no requieren de mucha inversión económica.

Está comprobado que modestos esfuerzos orientados a mejorar la salud, educación y seguridad, cuando involucran la participación activa de los miembros de la comunidad, pueden producir resultados significativos en las oportunidades de elevar su calidad de vida. Una de las claves para lograr el desarrollo es entonces aumentar las capacidades de las personas para que tengan la libertad de de vivir mejor.

3.2 Aumento de capacidades en la población afectada por el Terremoto de Pisco para la reconstrucción de sus viviendas.

La tragedia del Terremoto de Pisco proporcionó al país una oportunidad única de implementar un proyecto de reconstrucción basado en el aumento de las capacidades para conseguir el desarrollo humano. La idea central del proyecto es que los beneficiarios nos esperen pasivamente la ayuda externa, sino que ellos mismos se conviertan en agentes de su propio desarrollo.

Vivir en una casa confortable, segura y saludable es una de las mayores aspiraciones de muchas familias. El Terremoto de Pisco destruyó las viviendas de miles de familias de bajos recursos, muchas de las cuales vivían en casas de adobe vulnerables y antihigiénicas. El objetivo del proyecto descrito aquí fue desarrollar un programa de capacitación “en cascada” para capacitar en la construcción de casas de adobe seguras y saludables a las personas que perdieron sus viviendas. De esta manera, las personas que participen en el proyecto desarrollarán la capacidad de mejorar sus condiciones de vida.

El proyecto fue creado por profesores de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y personal de CARE Perú. El Departamento de Ingeniería de la PUCP ha trabajado por más de 35 años en la búsqueda de sistemas de refuerzo, simples y baratos, que mejoren la seguridad sísmica de las viviendas de adobe (Vargas et al. 2005). Sin embargo, los esfuerzos para difundir las soluciones técnicas desarrolladas no han sido exitosos. Luego de muchos intentos de capacitación de los pobladores de diferentes comunidades en la construcción de viviendas sismorresistentes, ninguna persona ha construido espontáneamente su casa con las técnicas mejoradas. CARE Perú es parte de CARE International, una organización de cooperación y desarrollo sin fines de lucro que trabaja en más de 70 de los países más pobres. CARE Perú tiene una amplia experiencia desarrollando e implementando exitosos programas de agua y saneamiento en comunidades rurales, dando énfasis a la capacitación y desarrollo de habilidades. La alianza de CARE Perú con la PUCP constituyó una poderosa organización capaz de desarrollar e implementar un programa de capacitación y construcción para que las familias afectadas reconstruyan sus propias viviendas de forma sismorresistente y saludable, utilizando el bono de reconstrucción.

4. UNA VIVIENDA DE ADOBE SEGURA Y SALUDABLE

4.1 Refuerzos sísmicos en viviendas de adobe

La mayoría de las viviendas de adobe existentes en el mundo ha sido construida por familias de pocos recursos que no tienen acceso a materiales de buena calidad ni a supervisión técnica adecuada. Como consecuencia, estas viviendas resultan ser sumamente vulnerables ante los sismos y cada vez que ocurre un terremoto ellas colapsan o sufren daños importantes, causando muertes, lesiones y pérdida de propiedades. Además, muchas viviendas de adobe no cuentan con servicios de agua potable y desagüe, sus cocinas son rudimentarias, y no tienen una ventilación adecuada. Estas deficiencias son usualmente causa de enfermedades en sus ocupantes, innecesarias y fácilmente evitables.

Una vivienda decente, cómoda, segura y saludable es un anhelo y un derecho de toda familia en cualquier parte del mundo. Por el contrario, una casa vulnerable y antihigiénica, que causa muerte o enfermedades a sus ocupantes es una abominación. No tiene sentido que haya tantas familias viviendo en casas de adobe inseguras y antihigiénicas, puesto que la tecnología para el diseño y construcción de viviendas de adobe sismorresistentes y saludables está disponible.

Desde hace más de 35 años, investigadores de la PUCP han estudiado y desarrollado sistemas de refuerzo exitosos para las construcciones de adobe. Refuerzos de madera y varillas de acero (Corza y Blondet 1973) dieron resultados positivos en ensayos estáticos sobre una mesa inclinable. Un refuerzo basado en una malla de caña interna (Blondet et al. 1988), como la mostrada en la Figura 7a, han mejorado la respuesta sísmica en construcciones de adobe. Asimismo, la colocación de una malla electrosoldada externa en franjas horizontales y verticales, simulando vigas y columnas, cubierta por un tarrajeo de cemento-arena (Zegarra et al. 1996), ha protegido satisfactoriamente a viviendas de adobe frente a sismos (Quiun et al. 2008, San Bartolomé et al. 2008). Un ejemplo es la vivienda de la figura 7b ubicada en Ica, cuya foto fue tomada luego del Terremoto de Pisco.



a) Refuerzo con caña



b) Refuerzo con malla electrosoldada

Figura 7. Sistemas de refuerzo en viviendas de adobe

Existen otros tipos de refuerzos sísmicos adecuados para viviendas de adobe que han sido estudiados en los laboratorios de la PUCP. Por ejemplo, se ha investigado la acción de un refuerzo de mallas de polietileno (geomallas) fijadas a los muros de adobe. Este refuerzo ha dado resultados más que satisfactorios en ensayos de simulación sísmica (Blondet et al. 2008b). Tal es así, que este material ya ha sido aprobado por el Comité Técnico de la Dirección de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como refuerzo para las construcciones de adobe y fue anexado a la Norma Técnica Peruana E.080 de adobe el día 28 de Marzo del 2008.

4.2 Vivienda de adobe segura y saludable reforzada con geomallas sintéticas

Como una contribución importante para mejorar las condiciones de vida de las familias damnificadas por el Terremoto de Pisco, y luego de evaluar las opciones de refuerzo existentes, el equipo PUCP-CARE diseñó una pequeña vivienda de adobe reforzada sísmicamente que cuenta con una cocina mejorada y una letrina. La casa puede ser construida por sus propios dueños utilizando los materiales que pueden ser comprados con el bono de reconstrucción.

4.2.1 Refuerzo Sísmico

El refuerzo sísmico de la vivienda consiste en una malla plástica, llamada también geomalla (ya que es utilizada en la geotecnia), que envuelve completamente a los muros de adobe. La geomalla provee confinamiento, resistencia y rigidez adicional a las paredes. Durante los terremotos fuertes, las paredes se agrietan y separan, pero la

malla, al ser resistente y tener capacidad de deformarse, mantiene los muros juntos, y así limita los daños y previene el colapso de la vivienda (Blondet et al. 2006a, 2008b). La geomalla viene en rollos de 3m ó 4m de ancho por 50m ó 75m de largo. La elegida para este proyecto tuvo un precio de alrededor de 4,55 nuevos soles por metro cuadrado. Para que trabaje en forma efectiva, la malla debe ser embebida firmemente a una cimentación de concreto, ser colocada firmemente sujeta en ambas caras de los muros, y luego unida a una viga collar de madera colocada en la parte superior de los muros. La geomalla se fija a las paredes de adobe mediante cintas plásticas (rafia) colocadas durante la construcción del muro y debe ser cubierta con un enlucido de barro. El enlucido es muy importante ya que protege a la geomalla de los rayos ultravioleta y provee de resistencia y rigidez adicional a los muros. La Figura 8 muestra algunos detalles del refuerzo con geomalla.



Figura 8. Refuerzo con geomalla en muros de adobe

4.2.2 Saneamiento Básico

La vivienda de adobe reforzado diseñada por el equipo PUCP-CARE incluye también una letrina de hoyo seco ventilado y una cocina mejorada para proveer saneamiento básico a sus ocupantes. La letrina (Figura 9) es un sistema higiénico en donde se depositan los excrementos humanos. Su correcta construcción, ubicación y uso contribuye a evitar la contaminación del ambiente y preservar la salud de los pobladores. El costo de la construcción e instalación de la letrina es aproximadamente S/. 450,00 nuevos soles.

Para su construcción se necesita cavar un hoyo de 0,80x0,80m y de 1,80m de profundidad. Luego, se construye una base de piedras y barro de 0,45m de ancho y de 0,30m de altura, alrededor del hoyo. Seguidamente, se coloca una base de concreto previamente construida sobre dos troncos que cruzan el hoyo cavado. A continuación, se construyen los muros de la letrina con adobes o paneles de madera y, luego, se coloca el tubo de ventilación. El techo, formado por troncos de eucalipto y calaminas u

otro panel de madera, y debe tener una pendiente a una agua. Finalmente, se coloca la puerta y se cubre la ventana y el tubo de ventilación con malla mosquitero.



Figura 9. Letrina de hoyo seco ventilado

La cocina mejorada (Figura 10) utiliza menos leña que las cocinas tradicionales. Esta cocina tiene una mejor ventilación del humo que se produce al cocinar los alimentos, lo que previene de enfermedades respiratorias en sus usuarios. Puede ser fácilmente construida por cualquier familia ya que su diseño es simple. Además, su costo es mínimo debido a que utiliza materiales de la zona.

Para su construcción se debe levantar una plataforma de 1,00x1,00 m y de una altura aproximada de 0,40m. Para esto, se utilizan cuatro hiladas de adobes de 0,40x0,20x0,10 m. Sobre esta plataforma se asientan 4 adobes de canto, separados aproximadamente 0,30 m, de forma de dejar entre ellos un espacio suficiente para la colocación de la leña. Sobre estos adobes se colocan varillas de acero corrugado que sirven de base para las ollas. Luego, se cubre la plataforma y la base con una mezcla de barro, jugo de cactus y paja. Las hornillas se forman girando una olla en la mezcla hasta que encaje perfectamente sobre las varillas de acero. Posteriormente, se realiza una pequeña chimenea con tejas adosadas a la pared, uniéndolas por sus extremos de forma vertical.



Figura 10. Cocina mejorada

5. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN MASIVA DIRIGIDO A LA POBLACIÓN AFECTADA POR EL TERREMOTO DE PISCO

5.1 Diseño del programa de capacitación.

El equipo PUCP-CARE diseñó un programa de capacitación masiva y construcción de viviendas seguras y saludables de adobe reforzado con geomallas. Para ello, se logró unir esfuerzos con FORSUR, el organismo creado para hacerse cargo de la reconstrucción de las áreas afectadas por el Terremoto de Pisco, y con el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). Este nuevo grupo de trabajo tuvo los recursos, experiencias y conocimientos técnicos requeridos para emprender ese ambicioso proyecto basado en desarrollar capacidades en las familias afectadas para que construyan viviendas de adobe dignas. Se consideró muy importante que el desarrollo de capacidades tuviera potencial de réplica y difusión durante el proceso de reconstrucción. Las provincias elegidas para llevar a cabo este programa fueron Lima, Cañete, Chincha y Pisco.

5.2 Desarrollo de material de difusión y apoyo.

5.2.1 Cartilla de Difusión

Se diseñaron dos cartillas de difusión: una para zonas áridas como la costa peruana, donde está ubicado Pisco; y otra para zonas lluviosas como la sierra peruana, donde muchas viviendas de adobe también fueron destruidas por el terremoto. Las cartillas fueron publicadas por el Fondo Editorial de la PUCP (Vargas et al. 2007 a, b).

Cada cartilla explica de manera simple e ilustrada cómo construir una vivienda de adobe saludable y sismorresistente reforzada con geomallas. La casa presentada en la cartilla para zonas áridas puede verse en la Figura 11. Esta casa tiene 50 m² en planta y cuatro ambientes. La cartilla incluye también las instrucciones para construir una cocina mejorada y una letrina de hoyo seco ventilado ubicada en la parte exterior de la vivienda. Su diseño fue concebido de forma de que parte del costo total de la vivienda pueda ser pagado utilizando el bono de reconstrucción.



Figura 11. Ilustraciones de la cartilla de difusión

5.2.2 Módulo de capacitación y video didáctico.

Para la preparación de las clases prácticas de la capacitación desarrollada en la provincia de Lima, se construyó un ambiente de vivienda de adobe reforzado con geomallas, similar a la presentada en la cartilla, cerca del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la PUCP. Cada paso de la construcción de este “Módulo de Capacitación” fue realizado conforme lo indicado en la cartilla y fue cuidadosamente filmado. Este módulo fue construido de tal manera que muestre claramente los detalles más importantes de cada etapa del proceso constructivo. Las filmaciones fueron editadas y el video resultante fue ampliamente distribuido entre las asociaciones involucradas en el proceso de reconstrucción.

5.2.3 Vivienda de adobe reforzado Bono6000

Una casa de adobe más pequeña y con mejores acabados que la presentada en las cartillas fue diseñada por un equipo de profesionales de la PUCP, CARE Perú, la Cooperación Alemana para el desarrollo (GTZ) y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). La Figura 12 muestra una vista en planta y un esquema general de la vivienda (Araujo et al. 2008). Esta casa, aprobada por FORSUR, puede ser construida en zonas rurales con el bono de S/. 6 000 nuevos soles. Tiene 2 ambientes y un total de 19 m² de área en planta, y está basada en los requerimientos mínimos internacionales de habitabilidad (3,5m² por persona).

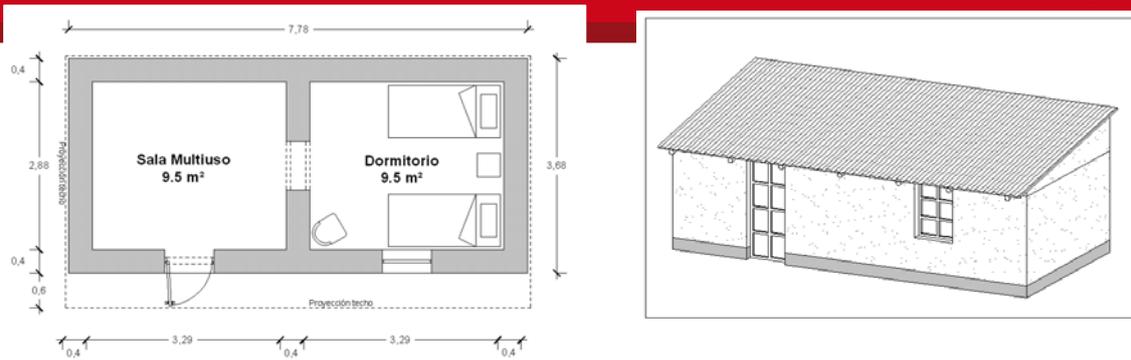


Figura 12. Vivienda de adobe reforzado Bono6000

La propuesta incluye un kit con los materiales requeridos para construir la vivienda. El beneficiario apoyará al operario encargado de la construcción con su trabajo, ofreciendo mano de obra no calificada. Mil nuevos soles deberán ser usados para pagar mano de obra calificada y los restantes cinco mil nuevos soles serán utilizados para adquirir el kit de materiales. Actualmente, aún está en discusión cómo deberá ser entregado el kit a las personas que califiquen para el bono de reconstrucción. Se espera que el beneficiario (y posiblemente algunos miembros de la familia) participen en la construcción de su vivienda, y las agencias de cooperación técnica otorguen asistencia técnica gratuita.

5.3 Implementación del programa de capacitación masiva.

El programa de capacitación masiva fue diseñado como un proceso “en cascada”, en el que en principio unas pocas personas son capacitadas, luego estas personas participan en la capacitación de más personas, quienes a su vez capacitan a muchas más, hasta que los propietarios de viviendas de adobe sean capacitados en la construcción de sus propias casas. La primera etapa del programa fue realizada en Lima (campus PUCP); y la segunda etapa se realizó en las provincias de Cañete, Chincha y Pisco, zonas afectadas por el Terremoto de Pisco.

5.3.1 Capacitación en el Campus PUCP

5.3.1.1 Descripción del proyecto

La primera etapa del programa de capacitación masiva fue desarrollada en el campus PUCP con el financiamiento de CARE Perú entre el 3 y el 20 de diciembre del 2007. Los participantes fueron maestros de obra, albañiles y técnicos de construcción civil de las provincias de Lima, Cañete, Chincha, Pisco, Ica, Yauyos, Castrovirreyna y

Huaytará, zonas que fueron afectadas por el Terremoto de Pisco. También se contó con la participación de ingenieros civiles, arquitectos y personal de ONGs e instituciones gubernamentales. Los requisitos para tomar el curso fueron tener experiencia en construcción con adobe, capacidad para transmitir conocimientos y compromiso para continuar con el programa de capacitación. Muchos de los participantes fueron escogidos por los gobiernos locales de las áreas afectadas.

La Figura 13 muestra la publicidad utilizada para la convocatoria de participantes.

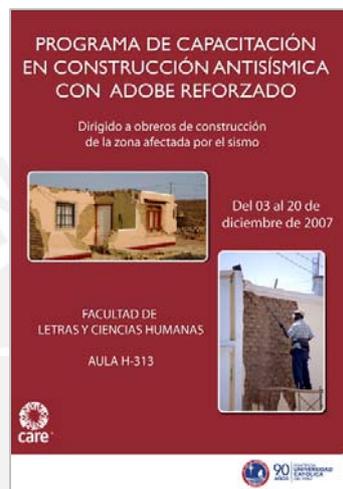


Figura 13. Afiche publicitario utilizado en convocatoria

5.3.1.2 Clases teóricas y prácticas

Las clases tuvieron una duración de 7 horas diarias y cada curso se dictó en dos días. Cada participante contó con dos cartillas de difusión (Modelo de la Costa y Modelo de la Sierra), las cuales les fueron entregadas de forma gratuita. Con la finalidad de capacitar a la mayor cantidad de personas el curso se dictó en 6 fechas, las cuales fueron:

- 1er curso: 3 y 4 de Diciembre del 2007.
- 2do curso: 6 y 7 de Diciembre del 2007.
- 3er curso: 10 y 11 de Diciembre del 2007.
- 4to curso: 13 y 14 de Diciembre del 2007.
- 5to curso: 17 y 18 de Diciembre del 2007.
- 6to curso: 19 y 20 de Diciembre del 2007.

Durante las clases teóricas, profesores de la PUCP presentaron conceptos del comportamiento sísmico de casas de adobe reforzadas y no reforzadas, aspectos

arquitectónicos en las viviendas de adobe y, principalmente, se presentó la propuesta de vivienda de adobe saludable y sismorresistente reforzada con geomallas.

La Tabla 2 muestra el horario, los profesores, y los temas tratados durante la capacitación.

Tabla 2. Horario de clases de la capacitación en el campus PUCP

HORA	DÍA 1	DÍA 2
09:00	El curso de Capacitación. Efecto de los sismos. Aspectos normativos. Ensayos de laboratorio. Profesor: Ing. Julio Vargas N.	Presupuestos en construcción (Kit de materiales) Profesor: Ing. Daniel Torrealva
10:00	Desarrollo teórico de la construcción antisísmica con adobe. Modelo Costa Profesor: Ing. Julio Vargas N.	Presupuestos en construcción (Kit de materiales) Profesor: Ing. Daniel Torrealva
11:00	Desarrollo teórico de la construcción antisísmica con adobe. Modelo Costa Profesor: Dr. Marcial Blondet	Desarrollo práctico de la cartilla de construcción. Consultas. Profesor: Ing. Daniel Torrealva
12:00	Desarrollo teórico de la construcción antisísmica con adobe. Modelo Costa Profesor: Dr. Marcial Blondet	Desarrollo práctico de la cartilla de construcción. Consultas. Profesor: Ing. Daniel Torrealva
13:00	Almuerzo	Almuerzo
14:30	Desarrollo teórico de la construcción antisísmica con adobe. Modelo Sierra Profesor: Ing. Julio Vargas N.	Cocinas Mejoradas. Importancia y diseño de una letrina. Profesor: Especialista CARE-Perú
15:30	Aspectos de arquitectura. Uso del espacio interior y exterior. El ambiente de la cocina en la vida rural. Profesora: Arq. Sofía Rodríguez Larrain	Metodología de réplica del curso. Cursos en los municipios distritales. Profesor: Ing. Julio Vargas N.
17:00	Valores: La solidaridad Profesor: Dr. Luís Bacigalupo	Certificación de los participantes.

La Figura 14 muestra el desarrollo de las clases teóricas durante la capacitación en la PUCP.



Figura 14. Dictado de las clases teóricas

Durante las clases prácticas, cada paso de la construcción fue cuidadosamente explicado con la ayuda del Módulo de Capacitación y de un muro de adobe auxiliar. En este último, cada capacitado tuvo la oportunidad de practicar la fijación de la geomalla al muro con las cintas plásticas y la colocación de un enlucido de barro. Además, se enseñaron prácticas pruebas de campo para escoger el suelo adecuado para hacer adobes. La Figura 15 muestra el desarrollo de las clases prácticas de los capacitados.



a) Fijación de la geomalla



b) Enlucido del muro



c) Prácticas en el Módulo



d) Personas capacitadas

Figura 15. Desarrollo de las clases prácticas

Al finalizar esta etapa, cerca de 100 personas fueron capacitadas y a todos ellos se les hizo entrega de un diploma que certificaba su participación en la capacitación. La Figura 16 muestra a los capacitados con sus respectivos diplomas.



Figura 16. Entrega de diplomas a capacitados

5.3.1.3 Construcción del Módulo de Capacitación.

La construcción del Módulo de Capacitación tuvo como finalidad complementar los conceptos teóricos que recibieron los participantes de la capacitación. Además, los capacitados pudieron participar de su construcción y familiarizarse con la nueva tecnología. Las dimensiones de este módulo representaban la cuarta parte del total de la vivienda de adobe presentada en las cartillas de difusión para la zona de la costa. Fue construido entre el mes de Noviembre y Diciembre del 2007 y el proceso tomó aproximadamente 30 días. Su construcción estuvo dirigida por el autor de este trabajo. El costo total del módulo fue alrededor de S/. 9 000 nuevos soles. Los planos y el cronograma de actividades diarias del Módulo de Capacitación se muestran en el Anexo 1.

Para la construcción del Módulo se necesitó fabricar alrededor de 810 unidades de adobe de aproximadamente $0,39 \times 0,39 \times 0,09$ m y 120 unidades de adobe de $0,20 \times 0,39 \times 0,09$ m (medios adobes). Las gaveras o moldes utilizados tuvieron dimensiones de $0,42 \times 0,42 \times 0,10$ m y $0,21 \times 0,42 \times 0,10$ m y no tuvieron fondo. La tierra utilizada para la fabricación de los adobes fue previamente zarandeada por la malla de 1" para eliminar piedras y raíces de plantas. Luego, fue humedecida durante un día con la finalidad de activar las partículas de arcilla, componente que aporta la cohesión. Este proceso es conocido como "dormido" del barro. Al finalizar este proceso, el barro fue mezclado con arena y paja (césped seco) en proporción 5:1:1 en volumen y utilizando una mezcladora de eje vertical. La longitud de la paja o césped seco fue de 50mm como máximo. La Figura 17 muestra el proceso de preparación del barro para la fabricación de adobes.



a) Zarandeado de tierra



b) Dormido del barro



c) Mezcla de componentes



d) Barro preparado

Figura 17. Preparación del barro para fabricar adobes

La fabricación de adobes se llevó a cabo en el tendal del Laboratorio de Estructuras de la PUCP (Figura 18), un lugar con un techo de esteras apoyadas sobre vigas y postes de eucalipto y con paredes de albañilería. Esto ofreció una gran protección a las unidades de adobe contra el sol y el viento, y evitó que se rajen. Además, el suelo era plano, sin piedras, sin césped y sin sales, condición indispensable para el secado adecuado de los adobes.



Figura 18. Tendal del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas PUCP

Para la fabricación de las unidades de adobe se realizó lo siguiente: se humedeció el molde o gavera, se espolvoreó con arena fina y se colocó sobre el tendal. Luego, se

rellenó lanzando bolas de barro con fuerza al interior de la gavera. Posteriormente, se niveló la superficie superior del adobe con una regla de madera mojada. Finalmente, se levantó el molde suavemente. El tiempo de secado de los adobes fue de dos a tres semanas. Al cabo de la primera semana, los adobes se colocaron de canto para que el secado sea uniforme. Una vez secos, se limpiaron y apilaron. La Figura 19 muestra el proceso de fabricación de las unidades de adobe.



a) Espolvoreado de arena



b) Llenado de la gavera



c) Nivelación de superficie



d) Adobes terminados

Figura 19. Fabricación de las unidades de adobe

Para iniciar la construcción del Módulo de Capacitación se buscó un terreno firme y nivelado. Luego, se realizó el trazo de los cimientos utilizando cordeles, estacas y tiza. Posteriormente, se procedió a excavar las zanjas utilizando picos y palas, hasta alcanzar una profundidad de 0,60m y un ancho de 0,40m. Seguidamente, se rellenó la zanja con una mezcla de concreto simple. La proporción de cemento: hormigón utilizada fue de 1:12 en volumen, y se le añadió agua hasta conseguir una mezcla trabajable. El llenado de la zanja incluyó la colocación de piedras grandes en un 50% del volumen total. Para la construcción del Módulo de Capacitación se utilizaron probetas de concreto ensayadas en reemplazo de piedras grandes. Una vez alcanzado el nivel del terreno, se realizó un “rayado” del cemento con la finalidad de

crear una superficie rugosa que permita una mejor adherencia entre el concreto del cimiento y el del sobrecimiento. La Figura 20 muestra la construcción de los cimientos del módulo.



a) Trazo del cimiento



b) Cimiento excavado



c) Llenado de cimiento



d) Cimiento terminado y rayado

Figura 20. Construcción del cimiento del Módulo de Capacitación

Una vez contruidos los cimientos, y antes de empezar la construcción del sobrecimiento, se cortó el rollo de geomalla (de 3,00m de ancho) de manera de obtener una tira de 0,90m de ancho y del largo del sobrecimiento. Realizado esto, se procedió a armar el encofrado del sobrecimiento. Las dimensiones fueron: 0,30m de alto y 0,40m de ancho. El llenado se realizó en tres capas de 0,10m cada una. En cada capa se agregó 25% de piedra mediana. Cuando se culminó el llenado de la segunda capa, se colocó la tira de geomalla cortada previamente, en forma de "U", en todo el largo del sobrecimiento. Se cuidó de que la tira de geomalla sobresaliera aproximadamente 0,20m a cada lado. Luego, se colocó piedras sobre ella y se terminó de llenar la tercera capa. Finalmente, se realizó un rayado a la superficie del sobrecimiento.

Es recomendable colocar una capa de asfalto en la superficie del sobrecimiento para crear una lámina impermeable y cuidar a los muros de adobe de la humedad que pueda subir por capilaridad a través del sobrecimiento. Estas recomendaciones son más importantes en zonas lluviosas como la sierra peruana. Se decidió que para el Módulo de Capacitación se obviaría esta recomendación debido a las pocas lluvias que existen en Lima. La Figura 21 muestra el proceso de construcción del sobrecimiento del módulo.



a) Corte de geomalla.



b) Construcción del encofrado



c) Colocación de geomalla en "U"



d) Sobrecimiento terminado

Figura 21. Construcción del sobrecimiento.

El siguiente paso antes de empezar la construcción de los muros fue realizar una plantilla con la disposición de los adobes en cada hilada. Se cuidó que los traslapes se realizaran hasta la mitad de la unidad y se completarán con medios adobes. Además, se cuidó también de que los adobes sean colocados con un espesor de junta vertical de 10mm, tal como se indica en las cartillas de difusión. La Figura 22 muestra la plantilla de adobes y el traslape de las unidades en los encuentros de muros.



a) Plantilla de adobes



b) Encuentro de muros en L



c) Encuentro de muros en T



d) Encuentro de muros en cruz

Figura 22. Plantilla de adobes y encuentro entre muros.

Para la construcción de los muros se procedió a seleccionar los adobes que no tuvieran rajaduras ni deformaciones significativas. Luego, se fabricó el mortero de asentado realizando una mezcla de tierra, arena y césped seco en proporción 3:1:1 en volumen, y se añadió agua. Posteriormente se colocaron las unidades de adobe, previamente humedecidas, sobre una capa de mortero de 10mm de espesor (junta horizontal), cuidando en dejar también 10mm de espesor de junta vertical. Seguidamente, se llenaron completamente las juntas verticales. Se tuvo especial cuidado en verificar la verticalidad y el espesor de juntas horizontales de los muros. Para esto, se utilizaron herramientas como la plomada y el escantillón (regla graduada con la altura de cada hilada).

Durante el asentado y cada 0,30m como máximo en dirección horizontal y vertical, se dejaron 4 cintas plásticas (rafias) de 0,70m de largo que cruzaban al muro de adobe y sobresalían 0,15m a cada lado. Estas rafias fueron utilizadas posteriormente para la fijación de la geomalla al muro. La altura total de los muros fue de 1,80m. La Figura 23 muestra el proceso de construcción de los muros de adobe.



a) Asentado de adobe



b) Junta vertical de 10mm



c) Colocación de rafias



d) Muros de adobe

Figura 23. Construcción de los muros de adobe

Terminada la construcción de los muros, se construyó la viga collar de madera. Esta viga collar estuvo compuesta por largueros y travesaños de 3" x 3" que simulaban una escalera. La función principal de este elemento es evitar el volteo de los muros de adobe durante un sismo, siempre y cuando se encuentre solidariamente unida a estos. Paralelamente, se colocó la geomalla en los muros. Esta tarea se realizó entre dos o tres personas. Una de las personas sujetaba el rollo de geomalla de 2,10m de ancho mientras que los demás fijaban y amarraban la geomalla al muro con las cintas plásticas (raffias) dejadas durante el asentado. Así, se envolvió la totalidad de los muros de adobe, incluyendo los vanos de puertas y ventanas. Los traslapes de geomalla realizados tuvieron una longitud mínima de 0,15m y fueron amarrados con rafia. Posteriormente, se cortó el excedente de rafia para dejar la superficie del muro lista para el tarrajeo. Una vez colocada la viga collar en la parte superior de los muros, se traslaparon las geomallas provenientes de la cara exterior e interior de los muros sobre la viga collar y se fijaron a esta con clavos. La Figura 24 muestra la colocación de la viga collar y de la geomalla en los muros de adobe.



a) Construcción de la viga collar



b) Colocación de la viga collar



c) Fijación de la geomalla al muro



d) Muro de adobe con geomalla



e) Corte del excedente de rafia



e) Traslape de geomalla sobre viga collar

Figura 24. Colocación de viga collar y geomalla

Es necesario proteger a la geomalla contra la degradación por rayos ultravioleta ya que sus propiedades de resistencia pueden alterarse considerablemente. El tarrajeo o enlucido de barro no solo brinda esta protección, sino también provee de un mejor acabado en la superficie de los muros de adobe. Además, este enlucido brinda resistencia y rigidez adicional a los muros durante un sismo.

La proporción utilizada de suelo, arena y césped seco para el enlucido fue de 3:1:2 en volumen. El aumento en la cantidad de césped seco contribuyó a disminuir la aparición de fisuras en el tarrajeo debidas a la contracción por secado. Antes de colocar el enlucido de barro, se limpió el polvo de la superficie de los muros y se les humedeció.

Luego, se colocaron bolas de barro y se presionaron con fuerza contra el muro. Este proceso se conoce como “emporrado” y es el más adecuado para realizar el enlucido de muros de adobe reforzados con geomalla. La primera capa de barro colocada tuvo un espesor de 20mm. Se dejó una superficie rugosa que permitiera una mejor adherencia de la segunda capa y se dejó secar por un día. Posteriormente, se aplicó la segunda capa de barro de 10mm de espesor, la cual selló las fisuras de la capa anterior. Luego de que secó completamente la segunda capa de tarrajeo, aparecieron pequeñas fisuras producto de la contracción del barro al secarse. Para resanar estas fisuras se preparó una mezcla de arena fina y suelo en la misma proporción en volumen y se añadió agua hasta darle una consistencia de pintura. Luego, se pasó una brocha con la mezcla de forma perpendicular a la fisura, sellándola completamente.

Para que los capacitados pudieran comprender mejor esta etapa de la construcción, se decidió realizar el enlucido de los muros mostrando las diferentes capas que componen el tarrajeo, tal como se muestran en los planos E-06 y E-07 del Anexo 1.

La Figura 25 muestra el proceso de enlucido de los muros de adobe.



a) Limpieza del muro



b) Colocación de primera capa



c) Colocación de la segunda capa



d) Resane de fisuras

Figura 25. Enlucido de muros de los muros de adobe

Dado que la geomalla envuelve totalmente a los muros luego de fijarlas, se tuvo que realizar los cortes necesarios en los vanos de puertas y ventanas. Luego, se fijó la geomalla a los bordes de los vanos con clavos y grapas. La Figura 26 muestra los cortes de geomalla en los vanos.



a) Corte de vano de ventana



b) Fijación de geomalla en los bordes de ventana



c) Corte de vano de puerta



d) Fijación de geomalla en los bordes de puerta

Figura 26. Corte de geomalla en los vanos

El techo escogido fue el de la vivienda para la zona de la costa presentada en las cartillas. Sobre la viga collar se apoyó un tijeral que sirvió de soporte para el techo del Módulo de Capacitación. Este tijeral fue hecho de madera de 3" x 3". Sobre el tijeral, se apoyaron viguetas de madera de 2" x 6" espaciadas cada 0,60m. Posteriormente, se colocaron cañas de 20mm de diámetro y se clavaron a las viguetas de madera. Sobre las cañas, se colocaron esteras de totora que se sujetaron a las viguetas con alambre #16. Finalmente, se colocaron dos capas de barro de 250mm cada una sobre las esteras de totora. Cada capa se colocó con un día de diferencia, de modo tal que la segunda capa cubra las posibles grietas de la primera. Se decidió mostrar las distintas etapas de la construcción, tal y como se hizo con el enlucido en los muros. La construcción del techo es mostrada en la Figura 27.



a) Construcción del tijeral



b) Colocación de viguetas de 2"x 6"



c) Colocación de cañas



d) Colocación de esteras de totora



e) Colocación de 1era capa de barro



f) Módulo de Capacitación terminado

Figura 27. Construcción del techo del Módulo de Capacitación

Una vez acabada la capacitación en el campus PUCP, se utilizaron las filmaciones realizadas durante la construcción del Módulo de Capacitación para crear un video didáctico acerca de viviendas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas, que complemente los conceptos impartidos durante las nuevas capacitaciones a realizarse en las zonas afectadas. La capacitación en la PUCP fue el primer paso importante para hacer frente a la tragedia del Terremoto de Pisco y otorgarles a las personas damnificadas, cuya situación económica solo les permitía reconstruir sus viviendas utilizando el adobe, una buena oportunidad de aumentar su calidad de vida reconstruyendo sus viviendas de forma sismorresistente y saludable.

5.3.2 Capacitación en las zonas afectadas por el Terremoto de Pischo

5.3.2.1 Descripción del proyecto

La Pontificia Universidad Católica del Perú a través de la Dirección Académica de Responsabilidad Social (DARS), con el financiamiento de FORSUR y el apoyo de CARE Perú, llevó a cabo la segunda etapa del programa de capacitación masiva llamada “Capacitación en Construcción Antisísmica con Adobe Reforzado”. Las tres provincias elegidas para desarrollar el programa fueron Cañete, Chincha y Pischo. La capacitación estuvo dirigida al público en general, y en especial a las personas cuyas viviendas de adobe fueron destruidas o dañadas por el Terremoto de Pischo.

La propuesta de esta etapa fue impartir los conceptos de la tecnología mejorada de adobe reforzado a través de cursos teórico-prácticos. Durante las clases teóricas se utilizaron las cartillas de difusión y el video didáctico desarrollado en la primera etapa de capacitación realizada en la PUCP. Las clases prácticas se efectuaron bajo la metodología “Aprender Haciendo”, donde los pobladores participaban en la construcción de una vivienda modelo de adobe reforzado con geomallas, similar a la presentada en la cartilla de difusión. Se construyeron tres viviendas modelo en cada provincia elegida, cada una de ellas en tres distritos diferentes. De esta manera se capacitó a una mayor cantidad de personas. Las viviendas construidas fueron asignadas a las familias más necesitadas, las cuales fueron escogidas por el gobierno local o por la comunidad.

Las personas que participaron de las clases teóricas recibieron un certificado de asistencia, mientras que las personas que participaron en las clases prácticas recibieron certificados como técnicos en construcción con adobe reforzado luego de aprobar un examen de conocimientos acerca de la tecnología mejorada.

El equipo de trabajo de la PUCP que llevó a cabo este programa de capacitación estuvo conformado por:

- Coordinador general: Arq. Claudia Walter
- Coordinador técnico: Arq. Armando Rodríguez
- Promoción social: José Roncal y Victoria Román.
- Contactos DARS: Andrea Bringas y Vladimir Inguil.

El programa de capacitación masiva se inició con la firma de un convenio de cooperación interinstitucional, entre La PUCP y FORSUR, el 19 de febrero del 2008. Las metas trazadas contemplaban capacitar a 360 personas (120 personas por cada provincia), finalizar la construcción de las 9 viviendas modelo y brindar asistencia técnica gratuita a construcciones de la zona. Para esto, FORSUR desembolsó un monto de poco más de S/. 280 000,00 nuevos soles, con el fin de que estas metas sean cumplidas. Este monto incluía, entre otras cosas, el valor de la vivienda modelo estimado inicialmente en S/. 6 000 nuevos soles. Las actividades en las zonas afectadas comenzaron en el mes de Marzo del 2008 y tuvieron una duración de 6 meses (PUCP 2008).

El primer paso para la ejecución del programa fue realizar la primera visita a la zona a fin de coordinar con las autoridades locales las funciones y compromisos necesarios para un adecuado desarrollo de la capacitación. Así, se firmaron Actas de Compromiso y Convenios Específicos de Cooperación con la Municipalidad provincial de Cañete, Municipalidades distritales de San Luís (Cañete), Chincha Baja (Chincha), San Clemente e Independencia (Pisco). El modelo de los convenios es mostrado en el Anexo 2. Las autoridades locales se comprometieron a:

1. Determinar los lotes físicamente saneados y de titularidad de los damnificados, donde se construyeron las viviendas modelo.
2. Colaborar con la identificación de maestros de obra y personal adecuado para la elaboración de las unidades de adobe utilizadas en la construcción.
3. Facilitar espacios físicos en los que se desarrollaron los aspectos teóricos del programa de capacitación.
4. Colaborar con la difusión y promoción de los talleres de capacitación.

El siguiente paso fue reconocer los lotes propuestos por las municipalidades para realizar la construcción de la vivienda modelo. Estos lotes debían cumplir ciertos requisitos como: estar debidamente saneados, estar ubicados en un espacio visible para toda la comunidad, tener un fácil acceso y poseer las dimensiones necesarias para poder construir la vivienda modelo. Además, se buscó información sobre mano de obra calificada para la construcción de las viviendas y la elaboración de los adobes. En este último se contemplaron aspectos de costo, calidad, tiempo, distancia de acarreo, etc. Finalmente, se realizó un levantamiento de información acerca de los costos en la zona de los otros materiales necesarios para la construcción de la vivienda (cemento, piedras, madera, etc.).

Luego de evaluar la información recopilada en la primera visita a la zona, se encontraron los siguientes problemas:

- Oposición de los talleres de elaboración de adobe en la zona para fabricar los adobes con las dimensiones especificadas en las cartillas de difusión.
- Escasez de mano de obra calificada para la construcción de la vivienda, absorbida por otros proyectos de reconstrucción efectuados en la zona.
- Aumento en el precio de los materiales respecto al presupuesto inicial.

Estos inconvenientes provocaron un reacomodo en el presupuesto del proyecto. Las soluciones tomadas fueron:

- Se implementó en la zona un lugar adecuado para la elaboración de adobes, se contrató mano de obra calificada para la fabricación y se compró los insumos necesarios (tierra, arena y paja). Además, se contrató servicios de guardianía.
- Se contempló un aumento significativo en los costos para mano de obra encargada de la construcción de las viviendas modelo, dada la demanda de mano de obra calificada en la zona para labores de reconstrucción.
- Se incluyó en el presupuesto el aumento de precios de los materiales necesarios para la construcción de la vivienda modelo y, además, se evaluó la posibilidad de cambiar los elementos de madera por materiales menos costosos como troncos de eucalipto y caña guayaquil.

El reacomodo en el presupuesto derivó en una solicitud de adenda a FORSUR por S/. 78 000,93 nuevos soles. Una de las modificaciones más importantes fue el aumento en el valor de la vivienda modelo cuyo valor final fue estimado en S/. 9 461,80 nuevos soles.

De otro lado, el programa de capacitación masiva no tuvo la respuesta inicial esperada debido a:

- Falta de sensibilización y estrategias de convocatoria de las municipalidades.
- Temor de la población en usar el adobe como material para fabricar sus viviendas debido al colapso total de las construcciones de tierra durante el Terremoto de Pisco.

- Resistencia a asimilar la tecnología mejorada dado los cambios en las dimensiones de los adobes. Además, la población esperaba propuestas de reconstrucción en albañilería.
- Cruce de horarios de trabajo de los pobladores con los horarios de construcción de las viviendas modelo.

Para solucionar los problemas de convocatoria y sensibilización, los promotores sociales del proyecto trabajaron arduamente con el objetivo de incentivar a la población a participar en los talleres de capacitación (teóricos y prácticos). Para esto, se emplearon recursos como la entrega de volantes, perifoneo, visitas domiciliarias, instalación de puestos de inscripción en puntos estratégicos; y se realizaron talleres teóricos cortos (3 hrs. de duración) con diferentes asociaciones como el gremio de construcción civil, comités de vaso de leche, comedores populares, entre otros.

Las acciones tomadas para disminuir la resistencia de los pobladores a adoptar la tecnología mejorada fueron trabajadas cuidadosamente. En las clases teóricas se explicaron los principios básicos de la construcción sismorresistente con adobe de manera que fueran de fácil entendimiento. Además, con la ayuda del video didáctico se mostró la simplicidad de la construcción de viviendas de adobe reforzado con geomallas y se pudo observar ensayos de simulación sísmica de viviendas a escala de adobe construidas con este tipo de refuerzo. Así, los capacitados pudieron comparar el comportamiento sísmico de viviendas de adobe reforzadas y no reforzadas.

Además, se decidió informar a los pobladores que para aprobar el taller práctico se debía asistir y participar solamente en 7 fases del proceso constructivo de la vivienda modelo. Estos procesos constructivos fueron los de mayor importancia para el aprendizaje de la tecnología mejorada. De esta manera, la asistencia de pobladores quedó asegurada e interfirió muy poco con el horario de trabajo de cada uno de ellos. Las 7 fases de proceso constructivo elegidas fueron:

- 1) Obras preliminares y cimientos.
- 2) Sobrecimientos y montaje de geomalla en sobrecimientos.
- 3) Asentado de muros.
- 4) Habilitación y montaje de geomalla y viga collar.
- 5) Habilitación y montaje de estructura de techo.
- 6) Tarrajeo de muros.
- 7) Montaje de puertas y ventanas y conformación de pisos.

En cada fase se anotó la asistencia de cada participante para poder evaluar, al finalizar la construcción de la vivienda modelo, qué pobladores asistieron a las 7 fases del proceso constructivo y poder realizar la convocatoria al examen de conocimientos para obtener el certificado.

5.3.2.2 Acciones en la provincia de Cañete.

El inicio del programa de capacitación masiva en las zonas afectadas por el Terremoto de Pisco se llevó a cabo en la provincia de Cañete. Los distritos elegidos fueron San Vicente y San Luís. Las autoridades locales de la zona designaron los siguientes lotes y beneficiarios para llevar a cabo la construcción de las viviendas modelo:

- 1) Centro Poblado Viña de los Milagros, Mz. C, Lote 5 – San Vicente (Figura 28).
Propietario: Eduardo Arturo Luyo Anyarín.



Figura 28. Lote en CP Viña de los Milagros

- 2) Centro Poblado Nuevo Hualcará, Mz. F, Lote 21 – San Vicente (Figura 29).
Propietaria: Carmen Rosa Castro de la Cruz.



Figura 29. Lote en CP Nuevo Hualcará

3) Centro Poblado La Quebrada, Calle Monterrico Mz. D-1, Lote 08A – San Luís (Figura 30). Propietaria: Eudomelia Quispe López



Figura 30. Lote en CP La Quebrada

La capacitación teórica (Figura 31) se realizó el 26 y 27 de Abril del 2008. Las clases tuvieron una duración total de 6 horas, la cuales fueron divididas en 3 horas por día. Cada participante contó con una cartilla de difusión cuyo contenido fue explicado detalladamente. Además, a mitad de clase los pobladores participaron en ejercicios de relajación y recibieron un pequeño refrigerio. Al finalizar la clase se proyectó el video didáctico a manera de resumen de la tecnología mejorada. Los lugares escogidos para realizar la capacitación teórica fueron: Salón de Actos de la Municipalidad de Cañete y el Colegio Pedro Silva Luyo del CP La Quebrada. Los expositores fueron el Ing. José Gómez (Figura 31, izquierda) y Arq. Armando Rodríguez (Figura 31, derecha).



a) Clases en San Vicente



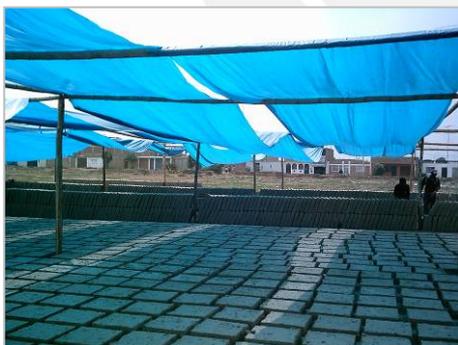
b) Clases en San Luís

Figura 31. Clases teóricas en la provincia de Cañete

El 19 de Mayo del 2008 se realizó un taller teórico corto (3 hrs.) para los integrantes del comité del Vaso de Leche de Cañete y para la Cooperativa Santa Rosa. Otro taller similar se realizó el 29 de Mayo del 2008 dirigido a los reos en libertad condicional del Instituto Nacional Penitenciario (INPE) como parte de su proceso de reinserción a la sociedad. El taller para los comedores populares se llevó a cabo el 3 de Junio.

El total de participantes en los talleres teóricos en la provincia de Cañete fue 486 personas, divididos por taller de la siguiente manera: En los talleres de 6 hrs. de duración realizados en San Vicente y San Luís se capacitaron a 132 pobladores; mientras que en los talleres cortos de 3 hrs. de duración, dirigido a las asociaciones de la zona, 354 pobladores fueron capacitados. En el taller realizado en San Vicente, la mayoría de participantes provenía de zonas urbanas y semi urbanas. Por otro lado, en el taller realizado en San Luís los participantes provenían mayoritariamente de la zona rural. Estos talleres teóricos sirvieron también para inscribir a los futuros participantes de los talleres prácticos. Los pobladores registraron su nombre, dirección y teléfonos de forma que los promotores sociales del proyecto pudieran localizarlos para incentivarlos a participar y no faltar a los talleres prácticos.

La construcción de las viviendas modelo tuvo como primer paso la instalación de un tendal en el distrito de San Vicente el día 14 de Abril del 2008. Este tendal se encontraba muy cerca de los lotes seleccionados para la construcción de las viviendas modelo y, además, tenía un acceso fácil y rápido. Para su instalación se alquiló un espacio en una zona de habilitación urbana. El tendal se construyó con postes de troncos de eucalipto y vigas de caña guayaquil y como cobertura se utilizó plástico. En este tendal se fabricaron todos los adobes requeridos para las 3 viviendas modelo de la provincia. La Figura 32 muestra el tendal y la fabricación de adobes en San Vicente de Cañete.



a) Tendal y adobes



b) Fabricación de adobes

Figura 32. Tendal y fabricación de adobes en Cañete

El 28 de Abril del 2008 se inició la construcción de la vivienda modelo en el CP La Quebrada. La construcción incluyó la demolición de cimientos existentes y la construcción de un sub-cimiento de 0,40m de ancho y 0,80m de profundidad en la parte posterior de la vivienda para poder nivelarla. Además, la falta de participación de los pobladores en la construcción motivó a realizar nuevamente acciones de difusión y

a retrasar los procesos constructivos, a fin de que los pobladores no pierdan la oportunidad de participar en ellos. Adicionalmente, la falta de unidades de adobe (debido a su lento secado) demoró aún más la construcción, la cual fue terminada en la tercera semana de Junio. Todo el proceso tomó 8 semanas, tres semanas más de lo estimado por el equipo técnico con 5 personas trabajando a tiempo completo. Al final, se logró capacitar a 41 pobladores en este taller práctico, de los cuales 20 pobladores acudieron y aprobaron el examen de conocimientos. La Figura 33 muestra la construcción de la vivienda en el CP La Quebrada.



a) Construcción de sobrecimiento



b) Construcción de muros



c) Construcción de techo



d) Colocación de torta de barro



e) Familia beneficiaria



f) Vivienda terminada

Figura 33. Construcción de la vivienda modelo en CP La Quebrada

La construcción de la vivienda modelo en el CP Viña de los Milagros empezó también el 28 de abril del 2008. No se presentó ningún inconveniente en la construcción, sin embargo, la participación de pobladores fue escasa. Se tomó las mismas acciones que en el CP La Quebrada. La vivienda fue terminada durante la tercera semana de Junio. La instalación de puertas y ventanas se realizó en la primera semana de Julio. Se capacitó a 37 pobladores, de los cuales 13 personas calificaron y aprobaron el examen de conocimientos. La construcción de la vivienda se muestra en la Figura 34.



a) Construcción de sobrecimiento



b) Construcción de muros



c) Construcción de techo



d) Tarrajeo de muros



e) Familia beneficiaria



f) Vivienda acabada

Figura 34. Construcción de vivienda modelo en CP Viña de los Milagros

La vivienda modelo del CP Nuevo Hualcará se construyó a partir del 2 de Mayo del 2008. Esta construcción (Figura 35) tuvo muchos inconvenientes tales como la cantidad de adobes secos disponibles para la construcción de los muros y la baja

asistencia de pobladores al taller práctico, lo que motivó a suspender la construcción por dos semanas. Además, el lote se encontraba en una zona de rellenos, lo que obligó a sobre-excavar y construir un sub-cimiento de 0,40m de ancho y 0,80m de profundidad para casi toda la vivienda. La construcción culminó en la última semana de Junio. Se logró capacitar a 33 pobladores, de los cuales 22 personas calificaron y aprobaron el examen de conocimientos.



a) Trazo de cimientos



b) Encofrado de sobrecimientos



c) Construcción de muros



d) Enmallado de muros



e) Resane de fisuras



f) Vivienda terminada

Figura 35. Construcción de vivienda modelo en CP Nuevo Hualcará

Es importante comentar que la Municipalidad Provincial de Cañete se encargó de los gastos de los acabados (pisos, instalaciones eléctricas y pintado) de las 3 viviendas modelo.

Los resultados obtenidos en la provincia de Cañete cumplieron con las metas trazadas del proyecto. Se logró capacitar a 486 personas en talleres teóricos y 111 personas en talleres prácticos, de los cuales 55 personas tomaron y aprobaron el examen de conocimientos. Además se brindó asistencia técnica a una vivienda de estructura mixta (adobe y albañilería) del distrito de San Luís.

5.3.2.3 Acciones en la provincia de Pisco.

La segunda provincia escogida para continuar con el programa de capacitación masiva fue Pisco. Los distritos elegidos fueron San Clemente e Independencia. Los lotes y beneficiarios en esta provincia fueron los siguientes:

- 1) Pueblo Joven San Clemente Grupo 3, Lote 23, Mz. 11–San Clemente (Figura 36)
Propietaria: Rosa Torres de Saravia.



Figura 36. Lote en PJ San Clemente Grupo N° 3

- 2) Pueblo Joven San Clemente Grupo 1, Lote 11, Mz. 31–San Clemente (Figura 37).
Propietaria: Marina Fernández Quispe.



Figura 37. Lote en PJ San Clemente Grupo N° 1

3) Toma de León Bajo, sector de Manrique Alto – Independencia (Figura 38)

Propietario: Enrique Ucharima.



Figura 38. Lote en distrito de Independencia

Los talleres teóricos en Pisco (Figura 39) fueron similares a los realizados en Cañete, siendo los expositores también los mismos. El taller teórico en el distrito de Independencia (Figura 39a) se realizó en el local de la iglesia de Benavides de Toma de León el 30 de Mayo del 2008 y todos los participantes provinieron de zonas rurales. Un día después, en el local de “La Cristal”, los pobladores del distrito de San Clemente participaron de su taller respectivo (Figura 39b). Estos pobladores provenían de zonas urbanas y semi urbanas.



a) Taller en Independencia



b) Taller en San Clemente

Figura 39. Talleres teóricos en la provincia de Pisco

Previo a estos talleres, el 29 de Mayo del 2008 se realizó un taller teórico corto dirigido a los Comités de Vaso de Leche. Otro taller teórico corto se llevó a cabo el 19 de Junio del 2008 para los integrantes de Defensa Civil de la zona.

El total de participantes en los talleres teóricos en Pisco fue 280 personas. La asistencia a los talleres teóricos de 6 hrs. de duración fue de 190 pobladores, mientras que 90 personas participaron de los talleres teóricos cortos de 3 hrs. de duración.

Al igual que en Cañete, en Pisco se instaló un único tendal en el distrito de Independencia, el día 12 de Mayo del 2008, el cual proporcionó todos los adobes necesarios para la construcción de las tres viviendas. La Figura 40 muestra el tendal y la fabricación de adobes en Pisco.



a) Tendal y adobes



b) Fabricación de adobes

Figura 40. Tendal y fabricación de adobes en Pisco

La construcción de la vivienda modelo en el PJ San Clemente Grupo N° 3 (Figura 41) empezó el 9 de Junio del 2008. No se presentaron problemas constructivos; sin embargo, al terminar de vaciar los sobrecimientos, se decidió paralizar la obra en vista de la poca participación de la población. La paralización se prolongó por dos semanas para realizar labores de difusión. El tarrajeo de la vivienda terminó en la última semana del mes de Julio.



a) Llenado de cimentación



b) Construcción de tijeral



c) Construcción de techo



d) Vivienda terminada

Figura 41. Vivienda modelo en PJ San Clemente N° 3

Las obras en la vivienda modelo del PJ San Clemente N° 1 empezaron también el 9 de Junio del 2008. El terreno presento zonas salitrosas y rocosas, por lo que se tuvo que realizar cortes y rellenos. Además, se construyó sub-cimientos en uno de los ejes de la vivienda para nivelarla. Lamentablemente, el nivel de participación de la población fue bajo. En promedio, solo 3 personas por día (mujeres) participaban en la construcción. Se decidió paralizar la obra por dos semanas para labores de difusión. La construcción terminó en la primera semana de Agosto, quedando pendientes la instalación de puertas y ventanas. La Figura 42 muestra la construcción de la vivienda.



a) Excavación de cimientos



b) Construcción de muros



c) Colocación de viga collar



d) Enmallado de muros



e) Vivienda tarrajada



f) Vivienda terminada

Figura 42. Construcción de vivienda modelo en PJ San Clemente N° 1

En los dos lotes del distrito de San Clemente se capacitó a 44 pobladores, de los cuales 25 acudieron y aprobaron el examen de conocimientos.

Las labores en el distrito de Independencia (Figura 43) se realizaron en paralelo con las otras construcciones. No se presentaron inconvenientes durante la construcción. En este distrito, el taller práctico tuvo mejor respuesta. En promedio, se contó con la participación de 5 personas en las mañanas y 5 en las tardes. Esto se debió a que la población fue mayoritariamente de zona rural y utilizaba al adobe como material predominante en sus construcciones. La vivienda quedó terminada el 26 de Julio y quedó pendiente la instalación de puertas y ventanas. Se capacitó a 47 pobladores y 22 de ellos acudieron y aprobaron el examen de conocimientos.



a) Trazo de cimientos



b) Encofrado de sobrecimientos



c) Construcción de muros



d) Colocación de viga collar



e) Construcción de techo



f) Vivienda terminada

Figura 43. Construcción de vivienda modelo en Independencia

Es importante comentar que las Municipalidades Distritales de San Clemente y de Independencia se encargaron de los gastos de los acabados (pisos, instalaciones eléctricas y pintado) de las 3 viviendas modelo.

Lamentablemente, no se lograron cumplir las metas trazadas en la provincia de Pisco. Se logró capacitar a 280 personas en talleres teóricos, pero solo 91 personas fueron capacitadas en los talleres prácticos, de las cuales 47 personas tomaron y aprobaron el examen de conocimientos. Sin embargo, se pudo evidenciar la replicabilidad del proyecto, dado que las integrantes de la Congregación de las Hermanas Dominicanas aprendieron la tecnología mejorada durante los talleres prácticos y, además, diseñaron un proyecto de construcción de viviendas de adobe reforzado para la zona con recursos gestionados por la misma Congregación. El equipo de trabajo de la PUCP brindó asistencia técnica a este proyecto.

5.3.2.4 Acciones en la provincia de Chincha.

En la provincia de Chincha se realizó la última etapa del programa de capacitación masiva en las zonas afectadas. El distrito elegido fue Chincha Baja. Los lotes y los beneficiarios fueron:

- 1) Calle Diego de Almagro 135 – Cercado de Chincha Baja (Figura 44)
Propietario: Marilú Aquije Guerrero.



Figura 44. Lote en Calle Diego de Almagro 135

- 2) Centro Poblado Verdúm – Carretera Panamericana Sur Km 203 (Entrada a “El Carmen”) - Chincha Baja
Propietaria: Sra. Ormeño.
No existe material fotográfico de este lote antes de la construcción de la vivienda modelo.

3) Centro Poblado Collazos, Mz. A, Lote 06 (Figura 45) – Chincha Baja.

Propietario: Domingo Arnaldo Ramos Corrales.



Figura 45. Lote en Centro Poblado Collazos

Los talleres teóricos se realizaron en un solo día, el 12 de Julio del 2008. Los lugares escogidos fueron el Local Parroquial de Chincha Baja y el local del Club Atlético del CP Collazos. La capacitación estuvo a cargo del Arq. Armando Rodríguez. La Figura 46 muestra la capacitación teórica en Chincha.



a) Capacitación en Chincha Baja



b) Capacitación en CP Collazos

Figura 46. Capacitación teórica en Chincha

El total de participantes en los talleres teóricos en la provincia de Chincha fue 117 personas. El taller teórico realizado en el CP Collazos tuvo 63 participantes, mientras que el desarrollado en el Local Parroquial de Chincha Baja tuvo 54 participantes.

El tendal para la fabricación de los adobes necesarios para las tres viviendas fue instalado en un terreno agrícola en una zona denominada Hoja Redonda. Este tendal sirvió también para la fabricación de los adobes necesarios para otro proyecto a cargo de la PUCP dirigido a los pobladores del Centro Poblado La Garita. Se construyó de forma similar a los tendales de Cañete y Pisco. La Figura 47 muestra el tendal y la fabricación de adobes en Chincha.



a) Tendal y adobes



b) Fabricación de adobes

Figura 47. Tendal y fabricación de adobes en Chincha

Lamentablemente, los gastos realizados en las provincias de Cañete y Pisco originaron un déficit financiero que obligó al equipo encargado de la capacitación tomar la decisión de construir solo dos viviendas modelo. La vivienda modelo restante, en el Centro Poblado Verdúm, se construyó luego de encontrar los recursos económicos necesarios.

La vivienda modelo de la calle Diego de Almagro 135 se empezó a construir el 14 de Julio del 2008. Se tuvo que demoler los cimientos existentes de la antigua vivienda destruida por el Terremoto de Pisco. Adicionalmente, la participación de la población fue muy baja (en promedio dos personas por día). Debido a experiencias en las otras provincias, no se detuvo la construcción de la vivienda ya que no había forma de incentivar la participación de la población. Esto se debió a que la vivienda se encontraba en una zona urbana y los pobladores cercanos a la construcción deseaban firmemente reconstruir sus viviendas con albañilería. Además, la mayoría de viviendas destruidas por el Terremoto de Pisco se concentró en Chincha, siendo la mayor parte de estas de adobe. Esto ocasionó que la población tenga temor de reconstruir sus viviendas con este material. Al final, se logró capacitar a un total de 28 pobladores. Lamentablemente, no existe material fotográfico que muestre la construcción de la vivienda. La Figura 48 muestra la vivienda terminada.



Figura 48. Vivienda terminada en calle Diego de Almagro 135

Las labores en el CP Collazos empezaron también el 14 de Julio del 2008. El único inconveniente encontrado en la construcción fue la demolición de un piso de cemento pulido. La participación en este taller práctico fue alta. En promedio, participaban tres personas en el día y tres en la tarde. Esto se debió a que el CP Collazos se encuentra en una zona rural, donde las viviendas de adobe son comunes. Se capacitó a 46 pobladores. Al igual que en la vivienda anterior, no existe material fotográfico de la construcción de esta vivienda. La Figura 49 muestra la vivienda terminada.



Figura 49. Vivienda modelo terminada en CP Collazos

La tercera vivienda se construyó en el Centro Poblado Verdúm. Su construcción se realizó rápidamente, acabando la vivienda en poco menos de un mes. Este se realizó con el fin de cumplir con el tiempo de ejecución del proyecto acordado en el convenio firmado con FORSUR. No existe material fotográfico de la construcción. La Figura 50 muestra la vivienda terminada.



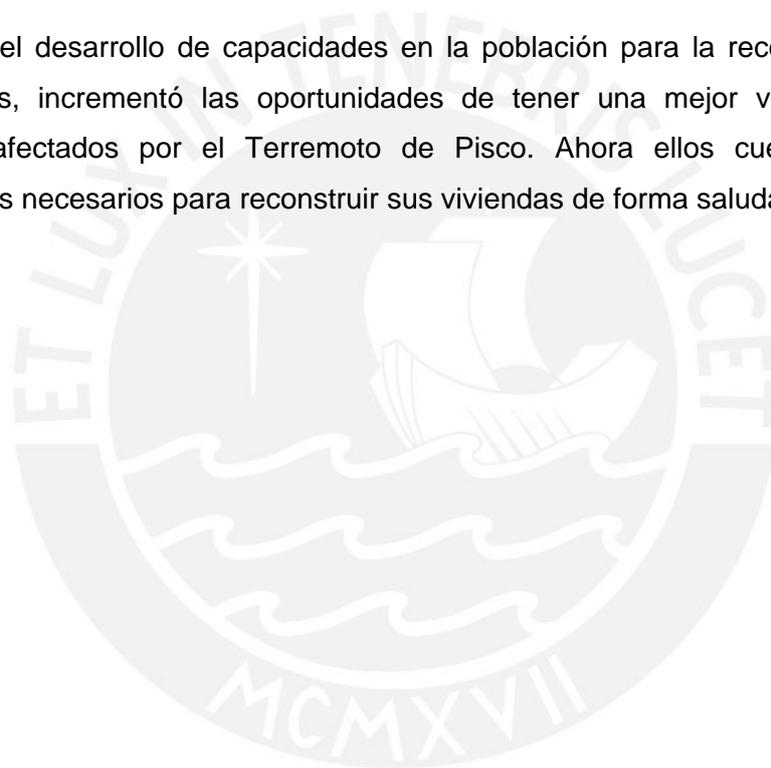
Figura 50. Vivienda terminada en CP Verdúm

En la provincia de Chincha se logró capacitar a 117 pobladores en los talleres teóricos y a 74 pobladores en los talleres prácticos. Lamentablemente, no existe una lista de los capacitados que lograron aprobar el examen de conocimientos. No se cumplieron las metas en esta provincia.

El examen de conocimientos se muestra en el Anexo 3. La lista de participantes del examen de conocimientos en Cañete y Pisco es mostrada en el Anexo 4.

El programa de capacitación masiva desarrollado en las provincias afectadas por el Terremoto de Pisco capacitó en talleres teóricos a 883 personas, mientras que en los talleres prácticos fueron capacitadas 276 personas. De estas personas, 102 aprobaron el examen de conocimientos y fueron reconocidos como técnicos de construcción con adobe reforzado. Además, fueron beneficiadas 9 familias con la construcción de las viviendas modelo. Estas familias ahora gozan de una mejor calidad de vida al tener una vivienda de adobe reforzada sísmicamente.

El enfoque del desarrollo de capacidades en la población para la reconstrucción de sus viviendas, incrementó las oportunidades de tener una mejor vida a muchos pobladores afectados por el Terremoto de Pisco. Ahora ellos cuentan con los conocimientos necesarios para reconstruir sus viviendas de forma saludable y segura.



6. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE EN LAS ZONAS AFECTADAS

Esta fase está siendo desarrollada. Está planeado que luego de recibir la capacitación por parte de un miembro de la comunidad previamente capacitado, las familias que califiquen para el bono puedan usarlo para obtener el kit de materiales y construir sus viviendas, de preferencia bajo la supervisión de una persona calificada. Muy probablemente, los conceptos de sismorresistencia y saneamiento de la nueva vivienda implicarán una significativa mejora en la calidad de la casa, lo que será fuente de orgullo y goce para sus habitantes.

6.1 Proyectos realizados por la PUCP

Como evidencia de la replicabilidad del proyecto PUCP – FORSUR, la congregación de las Hermanas Dominicas de Pisco ha diseñado un proyecto de reconstrucción de viviendas con adobe reforzado con geomallas tomando como base la capacitación que recibieron en esta provincia. El equipo del proyecto brindó asistencia técnica a la construcción de estas viviendas. Además, integrantes de la Federación Internacional de la Cruz Roja (IFRC) participaron en los talleres de capacitación y contrataron al equipo técnico de la PUCP para construir tres viviendas modelo de adobe reforzado con geomallas y capacitar a 90 pobladores, con el mismo concepto de desarrollo de capacidades en la población, en el distrito de Independencia en Pisco. Las viviendas son mostradas en la Figura 51.



Figura 51. Viviendas construidas por convenio PUCP – IFRC

Adicionalmente, el equipo técnico del proyecto PUCP – FORSUR se hizo cargo de un proyecto de construcción de viviendas con adobe reforzado en el Centro Poblado La Garita, en Chincha. La entidad financiera fue la Mallorca Misionera. Los objetivos de este proyecto fueron realizar un plan de desarrollo urbano del centro poblado que promueva su desarrollo y construir 50 viviendas de adobe reforzado con geomallas. Hasta el momento (Mayo 2009), se han terminado de construir 2 viviendas y a más de 30 solo les faltan los acabados. Se está consiguiendo un financiamiento extra para la culminación de las viviendas restantes. La figura 52 muestra algunas viviendas en el CP La Garita.



Figura 52. Viviendas de adobe reforzado en CP La Garita

6.2 Proyectos realizados por otras instituciones

Para poder difundir la tecnología sismorresistente, CARE Perú y la PUCP han compartido todos los materiales desarrollados con ONGs y agencias de cooperación relacionadas con los esfuerzos de reconstrucción. Muchas otras organizaciones están adoptando un proceso similar de capacitación. En Setiembre del 2007 se creó el Grupo de Vivienda Seguras y Saludables (GVSS), conformado por agencias de cooperación y ONG's como ASPEM, CARE Perú, CARITAS, CEAS, COSUDE, FH, GTZ, IFRC, JICA, PREDES, y PUCP. La finalidad del grupo es promover la reconstrucción de viviendas seguras y saludables para familias pobres afectadas por el Terremoto de Pisco. Para eso, el grupo ha desarrollado modelos de vivienda sismorresistente de bajo costo y programas de capacitación, los cuales permiten a los pobladores de las zonas rurales aprender a construir viviendas más dignas, bajo asistencia técnica.

Por ejemplo, La Fundación contra el Hambre (FH), con el financiamiento de la embajada de Canadá, ha capacitado a 60 familias en el distrito de Grocio Prado en

Chincha. Los temas de la capacitación fueron la utilización adecuada del bono 6000 y la construcción de viviendas con adobe reforzado con geomallas. En Julio del 2008 fueron terminadas 20 viviendas utilizando esta tecnología sismorresistente. La Figura 53 muestra una de las beneficiarias del proyecto con su vivienda terminada.



<http://certezadirecto.blogspot.com/>

Figura 53. Vivienda de adobe reforzado construida por la FH

Asimismo, CARE Perú ha ejecutado el proyecto “Desarrollo de capacidades para la reconstrucción de viviendas en Chincha” en las zonas rurales de El Carmen, Chincha Baja, Sunampe, Alto Larán, Grocio Prado, Pueblo Nuevo y Chincha Alta. Este proyecto contó con el financiamiento de la Oficina de Atención a Desastres (OFDA) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El proyecto logró capacitar a más de 2 300 familias y a cerca de 180 técnicos en construcción en temas de viviendas sismorresistentes de adobe reforzado y quincha mejorada. La Figura 54 (CARE 2009) muestra imágenes de las capacitaciones realizadas en el proyecto.



a) Capacitación de familias



b) Capacitación de técnicos

Figura 54. Capacitaciones realizadas en Chincha

Adicionalmente, desde el mes de Octubre del 2008 CARE Perú y el BANMAT se encuentran desarrollando un “Proyecto Piloto de Vivienda Rural”. Este proyecto busca desarrollar un modelo de gestión de vivienda rural aplicable en todo el Perú. Se tiene

planeado construir 125 viviendas de adobe reforzado y quincha mejorada en las zonas de Pampa Mendoza, Valencia Baja, San Aurelio y Santa Catalina en la provincia de Chincha. CARE Perú está a cargo de la capacitación de las familias involucradas en el proyecto, mientras que el BANMAT se encarga de proporcionar los materiales necesarios para la construcción de las viviendas y el pago de la mano de obra. En las capacitaciones se desarrollan temas de construcción sismorresistente con adobe reforzado con geomallas y quincha mejorada y, además, se enseña cómo construir cocinas mejoradas y letrinas. En Marzo del 2009, se inauguraron 57 viviendas en las localidades de Pampa Mendoza y Valencia Baja, en Chincha. Se tiene previsto que este programa se ejecute también en la localidad de Ticrapo en Castrovirreyna en la provincia de Huancavelica. La Figura 55 muestra imágenes del proyecto piloto en Chincha.



a) Construcción de viviendas de adobe



b) Construcción de viviendas de quincha



c) Cocina mejorada y beneficiaria



d) Vivienda terminada de adobe reforzado

Figura 55. "Proyecto Piloto de Vivienda Rural" en Chincha

Muchas otras ONG's y Agencias de Cooperación vienen realizando proyectos similares de capacitación y construcción de viviendas con adobe reforzado o quincha mejorada. Estas intervenciones mejoran la calidad de vida de los pobladores y contribuyen al proceso de reconstrucción de las viviendas en las zonas afectadas por el Terremoto de Pisco.

6.3 Proyecto de reforzamiento GTZ-CERESIS-PUCP

Entre 1994 y 1999, instituciones como la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y la PUCP realizaron un proyecto de investigación con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad sísmica de las tradicionales construcciones de adobe. En la primera fase de este proyecto se realizaron una serie de ensayos de simulación sísmica en el laboratorio de estructuras de la PUCP, con el objetivo de investigar posibles sistemas de refuerzo. El refuerzo elegido fue la colocación de mallas electrosoldadas en las intersecciones de los muros y en la parte superior de estos, simulando vigas y columnas, recubiertas con un tarrajeo de cemento: arena (Zegarra et al. 1996).

La segunda fase del proyecto contempló el reforzamiento de 20 viviendas tradicionales de adobe con el refuerzo sísmico desarrollado en la fase previa. Estas viviendas fueron localizadas en las ciudades de Tacna (2), Moquegua (3), Ica (2), Huaraz (4), Trujillo (5) y Cusco (4) (Zegarra et al. 1999). La tercera fase se desarrollaría luego de evaluar el comportamiento sísmico de las viviendas reforzadas después de un terremoto. Así, seis de estas viviendas reforzadas soportaron adecuadamente el terremoto del 2001 que afectó el sur del Perú (San Bartolomé et al. 2004). La Figura 56a muestra una de estas viviendas ubicada en Moquegua. De igual manera, las dos viviendas reforzadas en el departamento de Ica tuvieron un adecuado comportamiento sísmico frente al terremoto de Pisco, en el 2007. (San Bartolomé et al. 2008, Quiun et al. 2008). La figura 56b muestra una de la viviendas reforzadas en Ica.



a) Vivienda reforzada en Moquegua



b) Vivienda reforzada en Ica

Figura 56. Viviendas reforzadas sin daño después del terremoto

Estas experiencias demostraron que, así como las geomallas, las mallas electrosoldadas brindan una adecuada resistencia a las construcciones de adobe que permiten un mejor comportamiento sísmico y que evitan su colapso.

6.4 Proyecto de reconstrucción GTZ-COPASA-PUCP

El terremoto del 2001 en el sur del Perú destruyó miles de viviendas, muchas de las cuales estuvieron hechas de adobe. Luego de comprobar el comportamiento sísmico adecuado de las viviendas reforzadas en Arequipa, Moquegua y Tacna, instituciones como GTZ, COPASA, PUCP y SENCICO desarrollaron un proyecto de reconstrucción de viviendas de adobe utilizando el refuerzo de malla electrosoldada. Este proyecto fue implementado en las zonas alto andinas del departamento de Arequipa luego del terremoto del 2001.

Se construyeron cerca de 400 viviendas con la participación de la población beneficiaria, quienes aportaban mano de obra no calificada, así como la compra y el transporte de materiales locales de construcción (GTZ 2003). Las viviendas construidas tenían 36m² en planta y dos ambientes. Poseían cimientos y sobrecimientos de concreto ciclópeo. El espesor de sus muros fue de 0,40m. El sistema de refuerzo se basó en la colocación de mallas electrosoldadas cubiertas por un tarrajeo de cemento: arena. La vivienda contaba con una viga collar de concreto ciclópeo. El techo tuvo una inclinación a un agua, y fue construido con viguetas de madera y una cobertura de calamina o teja de microconcreto (Quiun et al. 2005). La Figura 57 muestra una de las viviendas construidas en el marco de este proyecto.



Figura 57. Vivienda reforzada construida en Arequipa

Este proyecto logró capacitar a 20 profesionales de SENCICO y 42 maestros de obra de las comunidades rurales de la zona de intervención. Se esperaba que estas personas se convirtieran en eventuales multiplicadores potenciales de la experiencia (GTZ 2003).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Es claro que la construcción de casas de adobe tradicionales no reforzadas debe ser evitada, especialmente en áreas sísmicas. Los proyectos que se han desarrollado en la zona afectada han demostrado que es posible construir viviendas de adobe sismorresistentes y, además, con un adecuado saneamiento. Si existe una tecnología para construir viviendas de adobe más seguras y saludables ¿por qué es tan difícil convencer a las personas que la usen para construir sus casas? Vencer esta dificultad es una gran tarea, ya que las costumbres no se abandonan fácilmente. Cambiar la forma tradicional de construir de las comunidades que vienen construyendo con adobe desde hace siglos (aunque en forma insalubre e insegura) requiere de esfuerzos multidisciplinarios, con la participación de instituciones en todos los niveles, desde las escuelas primarias hasta el gobierno central, pasando por las universidades, gremios profesionales y organizaciones de desarrollo locales e internacionales.

Ante un desastre de gran magnitud, el Estado cuenta con la mayor cantidad de recursos económicos para hacer frente a la reconstrucción; sin embargo, no cuenta con la experiencia debida. Las Agencias de Cooperación y ONG's cuentan con una vasta experiencia en implementar programas de desarrollo de capacidades en los pobladores más necesitados, quienes aprenden tecnologías mejoradas en saneamiento básico, agricultura, vivienda, etc. La unión de estas partes formaría un equipo eficiente para hacerse cargo de la reconstrucción de viviendas post-terremotos de una manera rápida, ordenada y con el enfoque desarrollo de capacidades en la población, haciendo que la difusión y aprendizaje de una tecnología mejorada de construcción de viviendas sismorresistentes y saludables se sostenga en el tiempo.

El Terremoto de Pisco fue una tragedia que causó sufrimiento y pérdidas a miles de familias; sin embargo, brindó una oportunidad para aprender a lidiar con desastres de una manera eficiente. El enfoque de desarrollo humano que guió los proyectos en las zonas afectadas fue crucial para buscar los objetivos complementarios de reconstrucción luego de un desastre. Además, se instalaron capacidades en las comunidades para que construyan viviendas más dignas, saludables y sismorresistentes; buscando así, aumentar la calidad de vida de los pobladores y reducir la vulnerabilidad de las construcciones de la zona.

Sin embargo, el marco de los proyectos de capacitación y construcción de viviendas (como los realizados por la PUCP y el GVSS) estaban enlazados a que los pobladores accedan al bono de reconstrucción ofrecido por el Estado, bono al cual muchos pobladores no han podido acceder debido a que no cumplen con las condiciones requeridas o no se encuentran debidamente informados acerca de los requisitos. Además, aún no se ha definido el kit de materiales para las zonas rurales y su forma de repartición, perjudicando a los pobladores de estas zonas. Por tal razón, la reconstrucción de viviendas con adobe reforzado en la zona de intervención del proyecto no ha sido la esperada. Es necesario que el gobierno cumpla con otorgar el kit de materiales para que las familias de las zonas rurales reconstruyan sus viviendas.

Luego de un desastre natural, la ayuda que reciben las zonas rurales es escasa, ya que están apartadas de la ciudad; sin embargo, los pobladores de estas zonas presentan una mejor respuesta para el aprendizaje de una nueva tecnología que mejore sus viviendas, como quedó demostrado el proyecto PUCP-FORSUR. Los pobladores de zonas urbanas ven como símbolo de estatus la construcción de sus viviendas con albañilería confinada. Por esta razón, la implementación del programa de capacitación masiva en adobe reforzado realizado en las zonas urbanas de las áreas afectadas no tuvo la respuesta esperada. Además, en las zonas urbanas existen posibilidades de acceder a los programas de vivienda del Estado y obtener una casa de albañilería confinada, lo que reduce aún más las probabilidades de que el adobe sea considerado como material de construcción en las ciudades.

Quedó demostrado también que el enfoque de desarrollo basado en instalar capacidades en las personas para que puedan tener la opción de lograr mejores condiciones de vida brinda un marco efectivo para los trabajos de reconstrucción post-desastre. La PUCP y CARE Perú han cooperado en el desarrollo y la implementación de un programa de capacitación y construcción basado en este enfoque, que está siendo implementado en cooperación con el gobierno y otras instituciones preocupadas por la reconstrucción de las áreas devastadas por el Terremoto de Pisco.

El trabajo no ha sido fácil y no está terminado. Luego de más de un año y medio del Terremoto hay aún muchas familias viviendo en condiciones precarias. Sin embargo, las personas y organizaciones involucradas en el proyecto descrito en este trabajo son optimistas en que sus esfuerzos brindarán mejores condiciones de vida a miles de familias, y que además, el proyecto servirá como un ejemplo exitoso de un programa de reconstrucción basado en el desarrollo de las capacidades de personas afectadas.

7.2 Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado

7.2.1 Introducción

Las acciones tomadas para enfrentar la tragedia del terremoto del sur del Perú y los programas de capacitación y construcción desarrollados en las zonas afectadas, tanto el proyecto PUCP–FORSUR como los realizados por agencias de cooperación y ONG's, dejaron ciertas enseñanzas y consideraciones que valen la pena rescatar. Estas enseñanzas y consideraciones están reunidas en la siguiente propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado con geomallas.

El objetivo general de esta propuesta es brindar lineamientos básicos para que un país afectado por un terremoto pueda hacerle frente al desastre implementando un programa de reconstrucción de viviendas de adobe construidas de manera sismorresistente y que cuenten con un adecuado saneamiento. El objetivo específico de esta propuesta es instalar capacidades en la población afectada para que aprendan tecnologías mejoradas de vivienda sismorresistente y saneamiento básico que aumenten su calidad de vida y sean sostenibles en el tiempo.

Al finalizar el programa, la población damnificada contará con una vivienda de adobe sismorresistente y saludable. Esta construcción tendrá una planta regular y vanos pequeños y centrados. Estará cimentada en suelo firme y sus cimientos y sobrecimientos serán de concreto simple. Sus muros serán construidos con unidades de adobe que permitan un ancho mínimo de 0,40m. El amarre entre muros deberá ser por lo menos 0,20m. La relación entre la altura de sus muros y su ancho será 6 como máximo y la distancia máxima entre los arriostres verticales de un muro será 10 veces el espesor del muro. Su refuerzo sísmico consistirá en la fijación de geomallas sintéticas en ambas caras de todos los muros. Este refuerzo deberá reunir las características indicadas en el anexo 1 de la Norma Técnica Peruana de Adobe E.080. Además, la vivienda contará con una viga collar de madera en la parte superior de los muros, la cual estará solidariamente unida a estos a través de la geomalla. El techo de la casa podrá ser plano o con pendiente, estará bien anclado y será liviano.

La vivienda tendrá una cocina mejorada que evite enfermedades respiratorias en sus ocupantes y su sistema de saneamiento consistirá en una letrina de hoyo seco o similar.

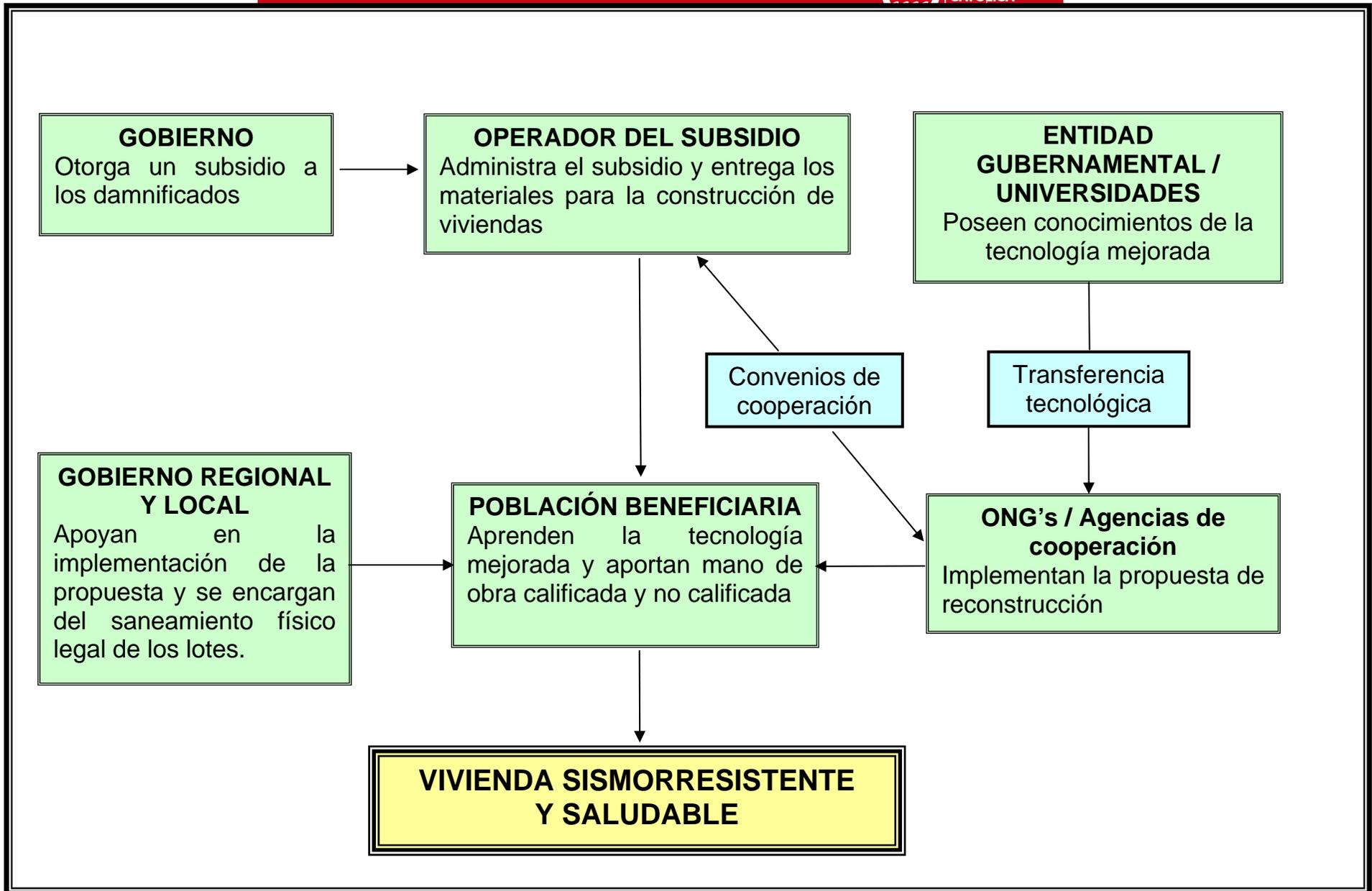
7.2.2 Actores involucrados

La propuesta de reconstrucción requiere el trabajo y aporte de muchas personas y entidades para que se lleve a cabo adecuadamente. La Tabla 3 muestra los roles principales de las personas y entidades involucradas en la propuesta:

Tabla 3. Roles de personas y entidades involucradas en la propuesta

<u>PERSONAS Y ENTIDADES</u>	<u>ROLES</u>
Gobierno	Brindará un subsidio a las familias damnificadas por el terremoto para que reconstruyan su vivienda bajo asistencia técnica
	Nombrará un organismo de control y administración del subsidio; y definirá los criterios de selección de beneficiarios y el proceso de obtención del subsidio
	Diseñará, establecerá y publicará un cronograma de otorgamiento del subsidio de acuerdo a la cantidad de familias damnificadas de las zonas más afectadas
Operador del subsidio	Administrará el subsidio otorgado por el Estado
	Firmará alianzas con la entidad ejecutora para que implemente la propuesta y realizará acciones eventuales de supervisión
	Obtendrá los materiales necesarios para la construcción de la vivienda y los entregará a las familias beneficiarias
Agencias de cooperación / ONG's	Serán las entidades ejecutoras. Implementarán la propuesta de reconstrucción
Entidad gubernamental / Universidades	Realizará la transferencia de tecnología a la entidad ejecutora de la propuesta
Beneficiarios	Ofrecerán mano de no calificada en la elaboración de adobes, acarreo de agua, piedras, excavación de zanjas, etc; como contrapartidas en la construcción de su vivienda
Maestros de obra	Asistirán a clases de capacitación
	Trabajarán construyendo las viviendas de los beneficiarios
Gobiernos Regionales y Locales	Apoyarán en el saneamiento físico legal de los terrenos
	Apoyarán en acarreo de materiales a las zonas de intervención

La manera en como estas entidades y personas se interrelacionan se muestran en el Esquema 1.



Esquema 1. Interrelación de los actores involucrados en la propuesta reconstrucción

7.2.3 Etapa de Emergencia

Antes de presentar la propuesta es necesario comentar brevemente la situación de las zonas afectadas inmediatamente después del terremoto. Esta etapa es llamada comúnmente Etapa de Emergencia. En esta etapa las zonas afectadas requieren ayuda en varias dimensiones, tales como medicina, alimentos, rescate de heridos, vestido, abrigo, remoción de escombros, vivienda temporal, etc. Es importante brindar una respuesta, de manera rápida, equitativa y eficiente, para que los afectados por el terremoto tengan las condiciones mínimas de dignidad y puedan satisfacer sus necesidades básicas. Para esto, se ha creado un manual con las normas mínimas de respuesta humanitaria en caso de desastre. Estas normas se encuentran reunidas en “El Proyecto Esfera”, el cual puede servir de guía y orientación en esta etapa.

Muchas de las necesidades básicas de la población afectada son cubiertas por las donaciones que reciben por parte del Estado, empresas privadas, agencias de cooperación, ONG's, entre otras. En lo que respecta a la satisfacción de la necesidad de vivienda, en la etapa de emergencia, muchas personas que perdieron sus hogares obtienen carpas o son instaladas en refugios o albergues. El tiempo que pasarán en estas viviendas temporales es indefinido, así que es muy importante brindar las condiciones de seguridad, de servicios básicos y de habitabilidad mínimas requeridas (3,5m² por persona). Es importante también agrupar a las familias por afinidad, ya que luego de un desastre como un terremoto la desconfianza entre familias desconocidas es alta. Además, otro problema que se enfrenta es la remoción de escombros. Esta actividad es muy importante ya que se deben liberar los espacios de manera que el tránsito sea fluido, se puedan instalar albergues y se liberen espacios destinados a la futura reconstrucción de viviendas.

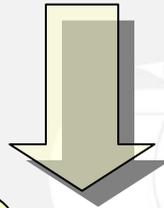
Una de las acciones obligatorias del Estado es realizar la evaluación de daños producidos por el terremoto. En el Perú, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), a través de sus comités locales, se encarga de realizar una primera evaluación. Luego, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) realiza un censo de las áreas afectadas por el terremoto. Se obtiene información acerca de la cantidad de viviendas destruidas y la población damnificada. Esta información será de valiosa utilidad para la implementación de la propuesta de reconstrucción.

7.2.4 Desarrollo de la propuesta

A continuación se señalarán los momentos de acción de la entidad ejecutora de la propuesta:

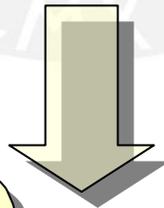
1.- ACCIONES PREVIAS

- a) Transferencia de tecnología
- b) Desarrollo del modelo de vivienda
- c) Herramientas de capacitación
- d) Identificación de zonas de intervención
- e) Acciones con los gobiernos locales
- f) Promoción social
- g) Presentación de la propuesta



2.- ETAPA DE CAPACITACIÓN

- 2.1 Capacitación a maestros de obra y operarios
- 2.2 Capacitación de pobladores en general



3.- ETAPA DE RECONSTRUCCIÓN

- a) Cronograma de actividades
- b) Entrega y almacenamiento de materiales
- c) Participación de los beneficiarios
- d) Seguimiento a las familias
- e) Asistencia técnica
- f) Promoción del proyecto

1. ACCIONES PREVIAS

a) Transferencia de la tecnología

Los conocimientos acerca de la tecnología mejorada deberán ser transferidos a las entidades ejecutoras de la propuesta por un organismo del gobierno encargado de capacitar a trabajadores en lo que refiere a construcción con conocimientos de la tecnología de adobe reforzado (SENCICO, en Perú), o por universidades que hayan realizado investigaciones en el tema. Las entidades ejecutoras deberán aprender y dominar los temas relacionados con la tecnología mejorada para que su trabajo de planteamiento del modelo de vivienda, capacitación de personas y asistencia técnica durante la reconstrucción se lleve a cabo satisfactoriamente.

b) Desarrollo del modelo de vivienda

Es importante que las entidades ejecutoras de la propuesta de reconstrucción planteen modelos de viviendas que puedan ser construidos casi en su totalidad con el subsidio que otorgará el gobierno a las familias damnificadas. Existen diseños de gabinete que no se ajustan con las condiciones reales de las zonas de intervención. Planteamientos referidos a la forma y diseño de la vivienda, forma de los techos, cantidad y uso de ambientes, etc.; ocasionan el rechazo de la población a acogerse al modelo propuesto, ya que no satisface sus necesidades.

Es necesario investigar acerca de las construcciones de la zona (forma, uso, cantidad de ambientes, etc.), antes de plantear un modelo de vivienda. Con esta información, se debe plantear una propuesta de vivienda sísmicamente segura, higiénica, acorde con la costumbre de la zona y asequible con el subsidio del gobierno. De acuerdo al modelo planteado, las entidades ejecutoras deberán desarrollar un listado de materiales necesarios para la construcción de la vivienda. Será deber del Operador del subsidio (BANMAT en el Perú), adquirir dicho listado de materiales para poder proporcionarlo a cada familia beneficiaria.

c) Desarrollo de herramientas para la capacitación

De acuerdo a la experiencia de los programas de capacitación y construcción en adobe desarrollados en el sur del Perú, el uso de herramientas que ayuden a transmitir los conceptos de una nueva tecnología es de valiosa importancia. Las entidades ejecutoras deberán desarrollar y utilizar estas herramientas en la implementación de la propuesta. Existen cartillas de difusión que muestran y explican la construcción de una vivienda de adobe reforzado con geomallas y la

construcción de letrinas y cocinas mejoradas. Se ha creado un video didáctico que muestra también cómo se realizan estas construcciones. Estas dos herramientas son muy importantes para las clases teóricas.

Sin embargo, y si fuera necesario, las entidades ejecutoras deberá crear herramientas adicionales que permitan un mejor entendimiento de la tecnología mejorada. Por ejemplo, se puede crear una mesa simuladora de sismos portátil. Esta nueva herramienta podría mostrar a los pobladores, en tiempo real, el comportamiento de viviendas a escala de adobe reforzadas y no reforzadas. Esto contribuirá a que los capacitados comprendan mejor la vulnerabilidad de las tradicionales construcciones de adobe que no cuentan con refuerzo sísmico.

También, dado los distintos participantes de la propuesta, es necesario crear un manual para las personas con diferentes grados de conocimiento acerca de construcción. Se debería tener un manual de construcción exclusivo para maestros de obra y operarios, y otro manual informativo para pobladores con pocos conocimientos en construcción. De esta manera, cada participante tendrá un mejor entendimiento de la tecnología.

d) Identificación de zonas de intervención

La elección de las zonas de intervención para implementar la propuesta reconstrucción es un proceso que debe ser estudiado cuidadosamente. La información obtenida con el censo de población damnificada realizado por el gobierno afectado da una idea de los posibles lugares de intervención. En el caso de un programa de construcción de viviendas que no se realiza bajo el marco de un terremoto, el criterio para escoger las zonas de intervención puede estar dado por mapas de pobreza (En el Perú estos mapas son elaborados el Ministerio de Economía y Finanzas).

Para la elección de la zona de intervención, las entidades ejecutoras de la propuesta podrán utilizar como criterio de evaluación y selección factores como la magnitud del daño ocasionado por el terremoto, el nivel de pobreza de la localidad, nivel de riesgo geográfico de la zona, la organización e interés de los gobiernos locales y de las comunidades, estado y distancia de vías de acceso, etc.

Existe una matriz de evaluación de zonas de intervención de proyectos de capacitación y construcción de viviendas (PREDES et al. 2008) que podría

reacomodarse para situaciones post- terremotos. Esta matriz es presentada a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Matriz de evaluación de zonas de intervención

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ZONAS DE INTERVENCIÓN				
Nº	Criterio de evaluación	Zona 1	Zona 2	Zona3
1	Número de viviendas colapsadas y/o inhabitables			
2	Ubicación de la zona con respecto a amenazas (inundaciones, deslizamientos, derrumbes)			
3	Vía de acceso carrozable			
4	Distancia de la zona a carretera principal			
5	Compromiso del gobierno local para el saneamiento físico – legal de las viviendas			
6	Nivel de organización de la población			
7	Compromiso de los beneficiarios para brindar contrapartidas en la construcción de la casa			
8	Cercanía de materiales (canteras, tierra, agua)			
9	Nivel de pobreza de la población			
10	Zona ubicada dentro de un plan de ordenamiento territorial			
PUNTAJE				

El puntaje será del uno al tres. Se asignará el puntaje menor para la zona que presente las peores condiciones y se otorgará el mayor puntaje para la zona que presente las mejores condiciones para la implementación de la propuesta. La zona de intervención a escoger será la que presente el mayor puntaje acumulado. Será deber de la entidad ejecutora dar a conocer la zona de intervención elegida para que el operador del subsidio gestione la ayuda económica.

e) Acciones estratégicas con gobiernos locales

Una vez elegida la zona de intervención es necesario firmar actas de compromiso y convenios específicos de cooperación con los gobiernos locales de la zona que permitan que el proyecto se desarrolle adecuadamente. Estas actas deberán detallar las acciones a las que se comprometen tanto la entidad ejecutora de la

propuesta como los gobiernos locales. Entre los compromisos más importantes a los que se someterán los gobiernos locales deberán estar:

- Apoyar el saneamiento físico legal de los lotes donde se construirán las nuevas viviendas.
- Apoyar a las actividades del programa en el acarreo de materiales a la zona de intervención, así como proporcionar agua suficiente en las construcciones.
- Apoyar en la difusión y promoción de la propuesta de reconstrucción.
- Colaborar con la identificación de maestros de obra y personal con experiencia en construcción.

Una mejor idea de los compromisos a los que deben someterse las partes se encuentran reunidos en el Anexo 2, el cual muestra las actas de compromiso y convenios específicos de cooperación firmados para el proyecto PUCP-FORSUR.

f) Promoción social

La falta de organización de los gobiernos locales luego de un desastre como un terremoto limita las posibilidades de colaboración que puedan tener con proyectos de reconstrucción (que son varios). Para implementar la propuesta de reconstrucción expuesta en este trabajo, la entidad ejecutora deberá contar con promotores sociales que se esfuercen por realizar labores de difusión y promoción adicionales a las encargadas a los gobiernos locales. Además, estos promotores deberán crear materiales adicionales para la difusión de la propuesta como afiches publicitarios, comunicados en colegios, publicidad por radio y televisión, perifoneo, etc.

En esta etapa, los promotores sociales deberán reunirse con los líderes locales de la zona de intervención y presentarles la propuesta. Estas acciones ayudarán establecer relaciones de confianza y a mejorar la implementación debido al nivel de representatividad de cada líder local en su comunidad (CARE 2009).

g) Presentación de la propuesta

La propuesta de reconstrucción debe ser presentada a toda la comunidad beneficiaria localizada en la zona de intervención. Es necesario que en la presentación la entidad ejecutora haga énfasis en que el proyecto no es una mera ayuda externa para las familias damnificadas, sino las personas participantes desarrollarán capacidades para obtener una vivienda más digna, segura y

saludable, y mejoren su calidad de vida. Por tanto, es necesario dar énfasis en que la colaboración de los pobladores será de mucha importancia para el éxito del proyecto.

La entidad ejecutora deberá explicar que el gobierno ha otorgado un subsidio a las familias damnificadas y que este servirá para la construcción de una vivienda de adobe saludable y sismorresistente reforzada con geomallas. También deberá explicar brevemente el proceso de obtención del subsidio. Luego, se tendrá que presentar la vivienda modelo propuesta. Se deberá explicar que cada beneficiario del subsidio que quiera participar del programa deberá asistir a las capacitaciones, elaborar sus propios adobes y brindar mano de obra no calificada como contrapartidas en la construcción de su vivienda.

Además, es importante resaltar que las personas con experiencia en construcción (maestros de obra, operarios, etc.) podrán ser contratados para la reconstrucción de las viviendas siempre y cuando se capaciten previamente y aprendan la tecnología mejorada. Para ellos, se deberá dejar en claro que el proyecto dispone de dos componentes fundamentales: La capacitación teórica y la capacitación práctica. Una vez capacitados, serán llamados a someterse a una evaluación y, luego, a trabajar en la construcción de las viviendas. Toda esta información deberá ser clara y abundante.

Es importante también presentar un plan de ordenamiento territorial si la zona de intervención del programa tiene familias distribuidas en varios sectores sin formar un centro poblado. Además, es de carácter de urgencia intentar formar un centro poblado si la mayoría de las viviendas distribuidas por la zona se encuentran bajo riesgo de deslizamientos, huaycos, etc. Si es factible, debería realizarse un estudio de ordenamiento territorial, conjuntamente con el gobierno local, para comunicar y sensibilizar a los pobladores sobre las ventajas que tendrían si formarían un centro poblado (obtención de servicios básicos, seguridad, facilidades para el saneamiento físico legal de los lotes, etc.). Además, este ordenamiento territorial mejoraría la implementación del programa ya que la construcción de viviendas se desarrollaría con mayor eficiencia.

2. ETAPA DE CAPACITACIÓN

2.1 Capacitación de pobladores en general

Aunque sería formidable que cada persona realice la construcción total de su vivienda, se sabe que los pobladores de las zonas rurales construyen sus casas por partes o las encargan a maestros de obra locales. El poblador de la zona rural necesita trabajar diariamente para obtener dinero con que sustentar a su familia. Pensar en que podrían dejar sus trabajos para dedicarse exclusivamente a la construcción de su vivienda es complicado. Es por eso que la participación del poblador beneficiario será ofreciendo mano de obra no calificada en ciertas etapas de la construcción de su vivienda.

a) Capacitación informativa

Esta capacitación deberá enfocarse a que los pobladores conozcan la tecnología mejorada y se familiaricen con ella. No deberá ser tan específica como la capacitación para los maestros de obra y operarios. Es necesario que la entidad ejecutora dé énfasis en las tareas que realizará cada beneficiario como contribución a la construcción de su vivienda, como la elaboración de adobes, la excavación de cimientos, extracción de piedras, etc. Según proyectos realizados, esta participación será como mínimo el 10% del valor total de la vivienda (PREDES et al. 2008).

La entidad ejecutora deberá indicar las canteras para obtener la tierra para los adobes. Es importante que en algún momento de la capacitación se enseñe a fabricar los adobes y que cada participante realice el proceso. Se informará a los beneficiarios el tiempo que les deberá tomar la fabricación total de los adobes. Retrasos en la elaboración de adobes perjudicarán a la entidad ejecutora y al mismo beneficiario. Es por eso importante enfatizar en la fecha de inicio de la siguiente etapa de la propuesta.

b) Seguimiento de pobladores

Los promotores sociales se encargarán de realizar un seguimiento a las familias verificando que los conocimientos adquiridos en la capacitación informativa hayan quedado claros. En las visitas domiciliarias que realicen absolverán cualquier duda, recopilarán información acerca del avance en la elaboración de adobes y motivarán a las familias a que terminen esta tarea a tiempo.

Además, los promotores sociales motivarán a las familias a realizar faenas comunales para ayudar a los beneficiarios más perjudicados por el terremoto que no puedan aportar su mano de obra no calificada (madres solteras, personas de la tercera edad, personas discapacitadas, etc.)

2.2 Capacitación de maestros de obra y operarios

Esta etapa se realizará luego de la capacitación a los pobladores y tiene como objetivo capacitar a los maestros de obra y operarios de la zona de intervención para que puedan ser contratados en la reconstrucción de las viviendas, a realizarse en la siguiente etapa de la propuesta. La entidad ejecutora deberá dejar en claro que la capacitación les dará una fuente de trabajo, tanto en el programa en ejecución como en futuras construcciones en la zona. Además, capacitar a estas personas dará sostenibilidad a la tecnología de adobe reforzado y, adicionalmente, implicará un ahorro de recursos económicos ya que traer mano de obra calificada de otras zonas para hacerse cargo de la etapa de reconstrucción sería muy costoso.

Las acciones a realizar serán las siguientes:

a) Identificación de maestros de obra y operarios

Es necesario que los promotores sociales identifiquen a las personas con experiencia en construcción de la zona de intervención para invitarlos a participar de la propuesta de reconstrucción. El gobierno local deberá entregar, como se estableció en las actas de compromiso, una lista de los posibles participantes. Esta lista deberá ser corroborada por los promotores sociales, quienes deberán reunirse con los líderes locales para obtener una mejor información.

Además, los promotores sociales deberán realizar visitas domiciliarias a cada maestro de obra y operario de la zona de intervención para invitarlos personalmente a participar de la propuesta. En esta visita se explicarán los beneficios que podrán conseguir por capacitarse y se absolverán dudas acerca de la capacitación informativa realizada previamente a la familia.

b) Capacitación teórica

Las clases teóricas se realizarán utilizando cartillas de difusión, material audiovisual y otro material desarrollado en la etapa previa que muestren la construcción de viviendas de adobe reforzadas sísmicamente y la construcción de

letrinas y cocinas mejoradas. Las clases teóricas se realizarán a través de talleres. La duración de estos talleres será suficiente como para abordar ampliamente cada tema de la tecnología mejorada. Es necesario que los talleres teóricos se realicen de forma dinámica y que promuevan la participación.

Además, se deberá separar un espacio entre talleres teóricos para que los participantes elaboren los adobes necesarios para la vivienda modelo que construirán como parte de la capacitación práctica. Es necesario planificar la duración del proceso de fabricación de los adobes para que estos puedan secar convenientemente.

Para que el técnico en construcción apruebe la capacitación teórica deberá asistir a por lo menos el 80% de las horas totales de dictado. Al finalizar la capacitación, la entidad ejecutora deberá otorgar certificados de asistencia a nombre del organismo del gobierno encargado de capacitar en temas de construcción (SENCICO en el Perú). Si no es posible, los certificados podrán estar respaldados por alguna universidad que haya estudiado la tecnología.

c) Capacitación práctica

Los capacitados deberán poner en práctica los nuevos conocimientos adquiridos participando en la construcción de la vivienda modelo de adobe reforzado propuesta por la entidad ejecutora. Esta vivienda modelo podrá ser adjudicada a la familia más pobre o afectada de la zona de intervención. La entidad ejecutora supervisará la correcta construcción.

La capacitación práctica se realizará también a través de talleres. Cada taller contemplará una determinada etapa del proceso constructivo de la vivienda. Es necesario que los participantes asistan al 90% del total de las horas de capacitación práctica. Los participantes que cumplan con este requisito serán llamados por la entidad ejecutora para someterse a una evaluación. Esta evaluación servirá como filtro para escoger a la mano de obra calificada encargada de la reconstrucción de las viviendas en la zona de intervención. Al finalizar la capacitación, se otorgarán certificados como técnicos calificados en construcción con adobe reforzado con geomallas a los participantes que hayan aprobado la capacitación teórica y hayan aprobado el examen de conocimientos.

3. ETAPA DE RECONSTRUCCIÓN

Esta es la última etapa de la propuesta de reconstrucción. Se llevará a cabo una vez acaba la etapa de capacitación y se realizarán las siguientes acciones:

a) Cronograma de actividades

La entidad ejecutora deberá diseñar y publicar un cronograma de actividades de construcción de viviendas. Este cronograma deberá ser del conocimiento de la institución que administra el subsidio y de la población beneficiaria. Además, el cronograma servirá para coordinar la entrega oportuna de materiales y para que los beneficiarios culminen sus labores a tiempo.

Se deberá planificar convenientemente los lotes donde se comenzará a construir las viviendas de forma de no duplicar esfuerzos, tratando de utilizar las herramientas eficientemente. Es muy importante evitar que esta etapa de reconstrucción coincida con la temporada de siembra, cosecha o lluvias.

b) Entrega y almacenamiento de materiales

La entidad ejecutora deberá coordinar con el operador del subsidio (BANMAT en el Perú), la entrega oportuna de los materiales necesarios para la construcción de la vivienda. Demoras en el proceso de entrega de materiales pueden causar un gran impacto en el presupuesto del proyecto. Asimismo, se deberá definir un lugar para el almacenamiento de dichos materiales y contratar servicios de guardianía.

La entidad ejecutora se encargará de realizar las gestiones necesarias para encontrar fuentes de agua cercanas o que haya abastecimiento desde otras zonas. De no existir una fuente de agua cercana, la entidad ejecutora coordinará con la población la construcción de pozas artesanales donde se puede almacenar el agua. Este factor es importante ya que la escasez de agua puede retrasar considerablemente el proyecto.

c) Participación de los beneficiarios

Una vez que los beneficiarios hayan fabricado la totalidad de los adobes necesarios para su vivienda, deberán realizar la limpieza del terreno y excavación de zanjas para los cimientos. Además, deberán colaborar con la extracción de piedras, de alguna cantera cercana, que formaran parte de los cimientos de la

vivienda. Cuando estos trabajos hayan sido culminados, la mano de obra calificada escogida para la etapa de reconstrucción comenzará sus labores.

d) Seguimiento a las familias

Durante esta etapa, los promotores sociales se encargarán de motivar a las familias para que cumplan con su parte de brindar mano de obra no calificada. Estos estarán encargados de visitar y realizar un seguimiento diario, informando a la coordinación del proyecto sobre los problemas encontrados.

e) Asistencia técnica

La entidad ejecutora del programa brindará asistencia técnica durante la etapa de reconstrucción de las viviendas, asegurándose que los maestros de obra previamente capacitados realicen la construcción de manera adecuada. Esta asistencia técnica será constante durante toda la etapa de reconstrucción. Una vez culminadas las labores la entidad ejecutora coordinará con el operador del subsidio el pago de los maestros de obra.

f) Promoción del proyecto

Luego de acabar la etapa de reconstrucción, la entidad ejecutora deberá realizar un informe acerca de la implementación de la propuesta, indicando las dificultades y destacando los resultados obtenidos. El operador del subsidio deberá realizar las gestiones necesarias para que los gobiernos locales difundan el proyecto. Esta difusión contribuirá a reducir los esfuerzos de las entidades ejecutoras en explicar detalladamente las acciones a realizar en otras zonas de intervención, y además, brindará un ambiente de confianza en la nueva población objetivo.

La propuesta de reconstrucción planteada en este trabajo ha tomado las experiencias y enseñanzas de los proyectos realizados en las zonas afectadas por el terremoto ocurrido el 15 de Agosto del 2007 en el sur del Perú. Sus lineamientos pueden reajustarse a diversas realidades, tanto nacionales como internacionales. El autor de este trabajo espera que esta propuesta pueda ser implementada exitosamente en países afectados por terremotos y contribuya a disminuir el riesgo sísmico en el que se encuentran millones de familias en el mundo.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. Araujo J, Krüger F, Vargas J. 2008. "Módulo básico de adobe reforzado con geomalla". CARE Perú, Lima, Perú.
2. Blondet M, Ginocchio F, Marsh C, Ottazzi G, Villa García G y Yep J. 1988. "Shaking Table Test of Improved Adobe Masonry Houses". 9WCEE. 9th World Conference on Earthquake Engineering. Tokyo-Kyoto. Japón
3. Blondet M, Villa Garcia G, Brzev S. 2003. "Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: Tutor". Earthquake Engineering Research Institute. Oakland, CA.
4. Blondet M, Vargas J, Velasquez J, y Tarque N. 2006a. "Experimental study of synthetic mesh reinforcement of historical adobe buildings". SAHC2006. Structural Analysis of Historical Constructions. New Delhi, India.
5. Blondet M, Torrealva D, Vargas J, Villa García G, Ginocchio F. 2006b. "Refuerzo de construcciones de adobe con elementos producidos industrialmente: Ensayos de simulación sísmica". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
6. Blondet M, Vargas J, y Tarque N. 2008a. "Observed behavior of earthen structures during the Pisco (Peru) earthquake of August 15, 2007". 14WCEE. 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.
7. Blondet M, Vargas J y Tarque N. 2008b. "Low-cost reinforcement of earthen houses in seismic areas". 14WCEE. 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.
8. Blondet M, Vargas J, Patron P, Stanojevich M y Rubiños A. 2008c. "A human development approach for the reconstruction of safe and healthy adobe houses in seismic areas". 14WCEE. 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.
9. CARE Perú. 2009. "Informe de sistematización del proyecto Desarrollo de Capacidades para la Reconstrucción de Chincha". CARE Perú, Lima, Perú.

10. Corazao M y Blondet M. 1973. “Estudio experimental del comportamiento estructural de las construcciones de adobe frente a sollicitaciones sísmicas”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
11. GTZ. 2003 “Perú – Proyecto de reconstrucción con inclusión de la gestión de riesgo”. Eschborn, Alemania.
12. Houben, H y Guillaud, H. 1994. “Earth Construction – A Comprehensive Guide”. ITDG Publishing, London, UK.
13. INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2001. “Compendio Estadístico de Emergencias 2001” http://www.indeci.gob.pe/compend_estad/comp_estad2001.htm. (Fecha de acceso: Junio 2009)
14. INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2006. “Compendio Estadístico de Prevención y Atención de desastres 2006 – Sismos ocurridos en el Perú”. http://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf. (Fecha de acceso: Junio 2009)
15. INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2008. “Informe de emergencia N° 557”. <http://sinadeci.indeci.gob.pe/PortalSINPAD/PagWeb/Emergencias.aspx>. (Fecha de Acceso: Enero 2009)
16. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2005. “Censos Nacionales X de Población y V de Vivienda – Resultados definitivos”. <http://iinei.inei.gob.pe/iinei/RedatamCpv2005.asp?ori=C>. (Fecha de acceso: Enero 2009)
17. Kuroiwa J. 2002. “Reducción de desastres”. Quebecor World Perú S.A. Lima, Perú.
18. Monzón F. 1986. “Apreciación sobre el impacto de una experiencia de introducción de cambios tecnológicos en el sistema de construcción de viviendas de adobe en la costa norte del Perú”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

19. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2008. "Primer Programa de Construcción Antisísmica con Adobe Reforzado: Informe Final". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
20. PREDES, GTZ, COSUSE. 2008. "Sistematización del proyecto piloto de vivienda rural en Ruruca – región Arequipa: Lineamientos para el modelo de gestión del programa nacional de vivienda rural del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento". http://www.cosude.org.pe/es/Pagina_principal/ressources/resource_es_166709.pdf
21. Quiun D, San Bartolomé A, Zegarra L y Giesecke A. 2005 "Adobe reforzado con mallas de alambre: Ensayos de simulación sísmica y aplicación a construcciones reales". SismoAdobe 2005: International Conference on Architecture, Conservation and Construction of Adobe Buildings in Seismic Areas". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú
22. Quiun D, San Bartolomé A, Zegarra L y Giesecke A. 2008. "Viviendas de adobe reforzadas en Ica". Sección de Ingeniería Civil. Pontificia universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
23. San Bartolomé A, Quiun D y Zegarra L. 2004. "Effective system for seismic reinforcement of adobe houses". 13WCEE. 13th World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver B. C., Canada.
24. San Bartolomé A, Quiun D y Zegarra L. 2008. "Performance of reinforced adobe houses in Pisco, Peru earthquake". 14WCEE. 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.
25. Sen A. 2000. "Development as freedom". Anchor books (Random House). New York, USA.
26. Tavera H. 2008a. "Crónica de un Terremoto Anunciado para la Zona Sur de la Región Central del Perú". Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.
27. Tavera H, Bernal I, Salas H. 2008b. "El Terremoto de Pisco del 15 de Agosto de 2007: Aspectos Sismológicos". Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.

28. Tavera H, Salas H, Jimenez C, Arredondo L, Parillo R, Millones J. 2008c. "Intensidades Regionales asociadas al Terremoto de Pisco del 15 de Agosto del 2007". Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.
29. Vargas J y Blondet M. 2005. "35 years of SismoAdobe research at the Catholic University of Peru. SismoAdobe 2005: International Conference on Architecture, Conservation and Construction of Adobe Buildings in Seismic Areas". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
30. Vargas J, Torrealva D y Blondet M. 2007a. "Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas – Zona de la Costa. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima, Perú.
31. Vargas J, Torrealva D y Blondet M. 2007b. Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas – Zona de la sierra. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima, Perú.
32. Zegarra L, San Bartolomé A y Quiun D. 1996. "Reconditioning of Existing Adobe Houses to Mitigate Earthquake Effects". 11WCEE. 11th World Conference on Earthquake Engineering. Acapulco, Mexico.
33. Zegarra L, San Bartolomé A, Quiun D y Giesecke A. 1999. "Reforzamiento de viviendas existentes de adobe. Proyecto GTZ-CERESIS-PUCP". XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huánuco, Perú.