

VIVIENDA REFORZADA, VIDA ASEGURADA

GUÍA
TÉCNICA
PARA
REDUCIR EL
RIESGO DE
VIVIENDAS
EN LADERAS



Programa REDUCCIÓN DEL RIESGO EN ÁREAS VULNERABLES DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

MUNICIPALIDAD DE
INDEPENDENCIA



Centro Económico de
Lima Norte



predes 35
Centro de Estudios y
Prevención de Desastres
Año

Programa:
**“Reducción del riesgo en áreas vulnerables
del distrito de Independencia, provincia de Lima”**

Guía práctica
GUÍA TÉCNICA PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
DE VIVIENDAS EN LADERAS

Edición: Fondo Editorial Predes
Cl. Martín de Porres n.º 161, San Isidro, Lima, Perú
Teléfono: (511) 221 0251
postmast@predes.org.pe

Autor de la guía: Carlos Alberto Zavala Toledo, Dr. Ing.
Coordinador del Programa y revisión: José Miguel Sato Onuma, Arq. M. Ing.
Coordinador de edición: Héctor Chambi Holguín
Ilustraciones, diseño y diagramación: Pepe Sanmartín - Carpa de Tinta

Impreso en Perú/*Printed in Peru*

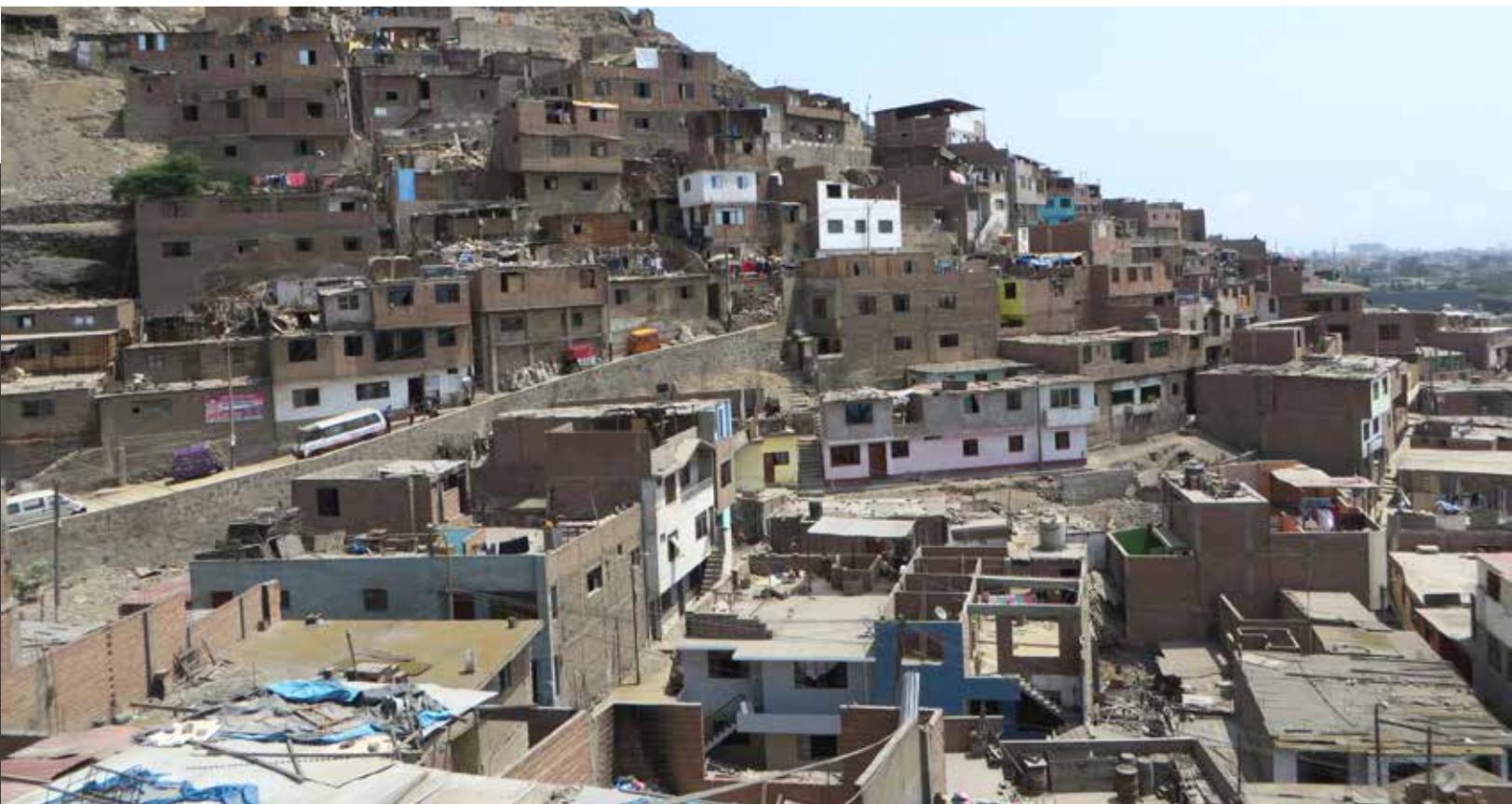
Se terminó de imprimir en junio de 2018
Con Buena Letra Impresiones de Henry Vilchez Llamosas
Cl. Luis Saenz n.º 110, dpto. 1301, Jesús María, Lima, Perú
Teléfono: (511) 597 6662
hconbuenalettra@gmail.com
Tiraje: 1000 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional N° 2018-07095

Encuentra esta guía práctica en la página: www.predes.org.pe

La publicación de este documento es posible gracias al generoso apoyo del pueblo estadounidense a través de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Los contenidos son responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

GUÍA DE TÉCNICAS PARA REDUCIR EL RIESGO EN VIVIENDAS UBICADAS EN LADERAS



INDICE

	página
1. INDICE	4
2. ALGUNAS DEFINICIONES QUE SE ADOPTAN PARA EL USO DE ESTA GUÍA	5
3. ¿PORQUÉ REFORZAR UNA VIVIENDA?	8
4. PROBLEMAS EXISTENTES DE LAS VIVIENDAS EN LADERAS	9
5. ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS	20
6. RECOMENDACIONES PARA UNA AMPLIACIÓN SEGURA EN UNA VIVIENDA EXISTENTE	31
7. RECOMENDACIONES PARA REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS VIGA-COLUMNA NO CUBIERTOS EN ESTA GUÍA	33
8. ANEXO - Detalle de costos de reforzamiento -	35
9. GLOSARIO	39

1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) gracias al financiamiento de USAID, desarrolló el Programa “Reducción del riesgo en áreas vulnerables del distrito de Independencia, Provincia de Lima, Perú”. El objetivo del Programa es reducir la vulnerabilidad de las personas y bienes expuestos a peligros naturales (sismos y lluvias intensas) en el distrito de Independencia promoviendo el desarrollo sostenible a través de medios de vida más seguros, con un enfoque de barrio.

Como parte de las acciones del Programa, se encargó a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-FIC-CISMID) estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo a nivel del distrito de Independencia, ejes zonales Ermitaño y Unificada, y barrios El Volante II, El Volante III y Villa El Ángel, e incluyó medidas de reducción del riesgo de desastres como las que se presentan en esta guía.

En esta guía se presentan propuestas de reforzamiento que surgieron luego de la inspección de viviendas en barrios seleccionados del distrito de Independencia por especialistas del CISMID, quienes clasificaron las viviendas en siete tipos, por su material, sistema de techo y ubicación, con la finalidad de investigar el comportamiento de estas estructuras durante sismos severos.

En el distrito de Independencia, las viviendas están ubicadas tanto en zonas planas como en zonas intermedias de ligera pendiente y en zonas de laderas de pendiente pronunciada. Como es conocido, sus pobladores autoconstruyeron usando técnicas tradicionales no ingenieriles, para estabilizar la ladera con pircas, técnica muy

riesgosa, pues las piedras y tierra apisonada no garantizan estabilidad frente a cargas laterales como las de un sismo. Por otro lado, existen en las laderas construcciones de varios pisos construidas sobre estas pircas, que podrían experimentar pérdida de la resistencia de su base y volteo pendiente abajo, generando un efecto de cascada sobre las viviendas que se encuentren por debajo de ellas. La construcción sin muros de contención que estabilicen la pendiente, cimientos deficientes y muros de albañilería tubular sin confinamiento, constituyen un peligro para los ocupantes de éstas viviendas. Los investigadores del CISMID analizaron técnicamente la resistencia de las estructuras ante un sismo, considerando el factor de pendiente del terreno. Junto con el terreno en pendiente, se revisó el estado de conservación de la estructura, sistema estructural, número de pisos, entre otros, lo que se tradujo en factores de amplificación del movimiento sísmico. Esta innovación lo distingue de otras evaluaciones, donde la pendiente no es considerada. En el caso del distrito de Independencia, esta evaluación condujo a la identificación de defectos estructurales.

De esta manera se pudo proponer procesos de reforzamiento, según la necesidad, a fin de poder dotar de seguridad a la vivienda. Estos procesos incrementan la seguridad de la vivienda, tanto en su cimentación como soporte de la vivienda, sus elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), que hacen posible incrementar la seguridad de la estructura, disminuyendo la vulnerabilidad existente.

Las ilustraciones de esta guía son referenciales.

¹ Convenio AID-OFDA-A-14-00025

² UNI: Universidad Nacional de Ingeniería

FIC: Facultad de Ingeniería Civil

CISMID: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres

2. ALGUNAS DEFINICIONES QUE SE ADOPTAN PARA EL USO DE ESTA GUÍA

2.1 PELIGRO

Un evento de la naturaleza, tal como un sismo, puede ser calificado como peligro cuando es probable que ocurra en algún momento, con una magnitud o intensidad tal que pueda causar daños a personas, sus medios de vida o construcciones expuestas.

El peligro por sismo está presente en Lima y su manifestación nos ha impactado en varios momentos. La Figura 1 nos muestran imágenes de daños ocurridos en los distritos de La Molina y Chorrillos, pero también los hubo en Callao y La Punta, entre otros.

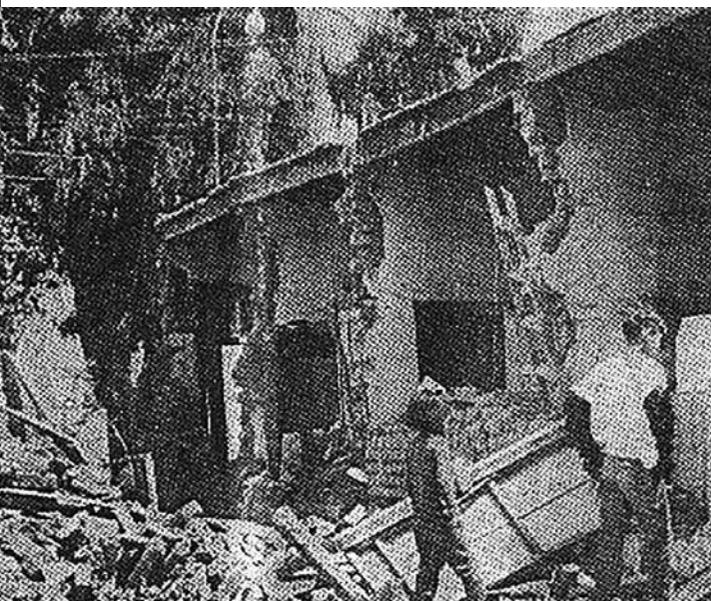


Figura 1

Daños por sismos ocurridos en Lima. Izquierda: La Molina, 3 de octubre de 1974. Derecha: Chorrillos, 24 de mayo de 1940
(Fuente: Diario EL COMERCIO)



Figura 2
Colapso por "piso blando" (Sismo de Pisco del 15 de agosto de 2007)

La Figura 2 presenta la falla por "piso blando", es decir, columnas del primer piso eran muy débiles para resistir la fuerza del sismo y

sostener los pisos superiores, produciéndose su falla y colapso, quedando aplastados los pisos inferiores.



Figura 3
Parapetos inestables dañados (Sismo de Pisco del 15 de agosto de 2007)

En la Figura 3 se muestra una de las fallas típicas cuando se quiere ganar espacio al terreno, proyectando volados sobre la vereda

y dejando los muros de los pisos superiores sin soporte. Es por esta razón que estos muros colapsan fuera de la edificación, cayendo hacia la calle.

2.2 ¿Qué es la VULNERABILIDAD?

La vulnerabilidad de la vivienda o edificación, es la susceptibilidad a sufrir daño por estar expuesta en el área de influencia de un peligro y no tener la resistencia para soportar los efectos e impactos de éste. Ejemplos: una vivienda construida sobre un suelo blando y húmedo es vulnerable pues tiene susceptibilidad de hundirse por un sismo; una vivienda en medio del cauce de una quebrada en donde no ha ocurrido lluvias por mucho tiempo, es vulnerable ante un huaco que la destruiría; una vivienda mal construida es vulnerable pues sus materiales y uniones entre elementos estructurales no garantizan que se mantenga en pie en caso de sismo. Una vivienda





Figura 4
Zona vulnerable por viviendas en laderas sobre pircas

construida sobre pirca (Figura 4) posee una alta vulnerabilidad, ya que un sismo pueden remover las piedras de la pirca y ocasionar el derrumbe o fallas en la vivienda.

2.3 ¿Qué es el RIESGO?

El riesgo es la cuantificación del daño o pérdida probable. Puede ser la pérdida económica por lo que se gastaría en reparar una vivienda después de un sismo, o lo que dejaría de percibir si mi tienda sufre daño y no puedo trabajar, ni vender, o lo que cuesta reponer herramientas y equipos destruidos por colapso de un taller por un sismo.

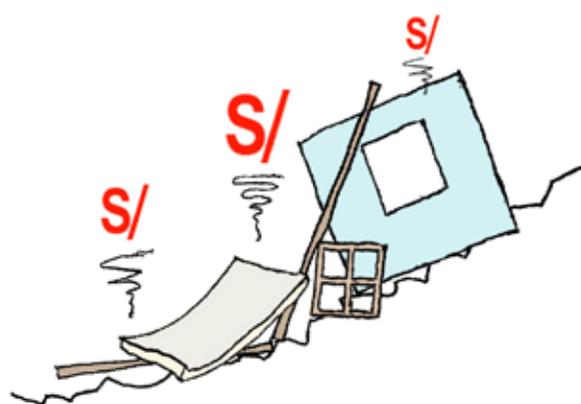


Figura 5
Riesgo: Pérdida de la atención en un hospital de Pisco (2007)

3. ¿PORQUÉ REFORZAR UNA VIVIENDA?

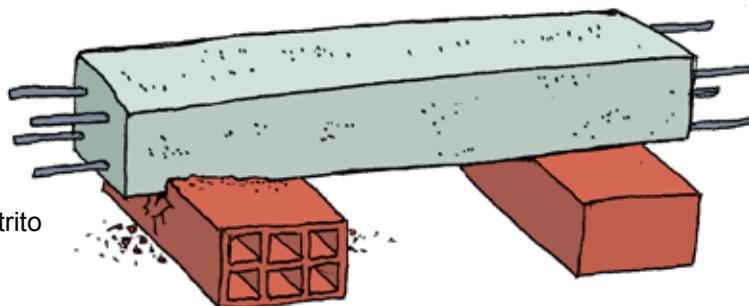
Las viviendas construidas por sus propietarios, sin asesoría técnica, se denominan viviendas autoconstruidas o autogestionadas, que representan alrededor del 70% de las viviendas en el Perú, una gran mayoría como producto de la invasión en un arenal (suelo blando) o una ladera (suelo inestable), sin planos hechos por profesionales, que permitan una estructura apropiada para el emplazamiento y una vivienda segura, saludable y cómoda para sus habitantes. En laderas de cerros, estas viviendas han sido construidas sin estudios previos de geología y geomorfología, topografía, tipo de suelos o estabilidad de taludes, cortando el cerro y rellenando con ese material para generar una superficie plana o en forma de andenes, para luego armar una vivienda con material provisional. Con el transcurrir de los años se completa el primer piso con muros de ladrillo y elementos de concreto y luego se van ampliando otros pisos. Es común encontrar que la estructura del primer piso no es adecuada para soportar el incremento del peso de los pisos superiores, generando una condición de fragilidad o debilidad, lo que denominamos una **vulnerabilidad**. Por esta razón, es necesario reforzar los cimientos y, en algunos casos los muros, para reducir el **riesgo** de falla y daños personales, especialmente en caso de sismo. Las viviendas deben tener una cantidad mínima de muros con refuerzo (Norma Técnica NTE-E-70), pero en las viviendas autoconstruidas no se respeta esto, por lo que también deben ser reforzadas. Otro caso de vulnerabilidad está representado



por viviendas construidas con muros de ladrillo industrial tubular, comúnmente conocida como pandereta, que por su estructura con huecos son muy frágiles, casi como una cerámica y se rompen con facilidad en sismos severos. Para muros portantes es necesario usar ladrillos sólidos.

4. PROBLEMAS EXISTENTES DE LAS VIVIENDAS EN LADERAS

Se desarrolla un listado de problemas con fotografías e ilustraciones, basado en los hallazgos de siete tipologías de viviendas vulnerables en laderas, identificadas en los barrios del Estudio de la UNI-CISMID del distrito de Independencia. En la siguiente tabla se presentan las tipologías.



TIPOLOGÍA	CÓDIGO UNI	UBICACIÓN	MATERIAL
1	EVII_C6	A.H. Volante II	Albañilería con ladrillo sólido artesanal y ladrillo tubular apoyado en concreto ciclópeo y con viga collar sobre muro deficiente.
2	EVII_A9	A.H. Volante II	Albañilería con ladrillo tubular y concreto ciclópeo con uniones deficientes.
3	EVII_B2	A.H. Volante III	Pircas y paneles de madera.
4	EVII_B5	A.H. Volante III	Albañilería tubular industrial y concreto.
5	VEA_E12	A.H. Villa El Ángel II	Albañilería sólido artesanal y tubular con concreto ciclópeo.
6	VEA_K29	A.H. Villa El Ángel	Albañilería sólido artesanal y tubular con concreto ciclópeo.
7	VEA_K32	A.H. Villa El Ángel	Albañilería sólido artesanal y concreto ciclópeo con techo flexible en último nivel.

4.1 VIVIENDA TIPO 1

Esta vivienda tiene dos niveles, el primer nivel posee muros de concreto simple y losas aligeradas apoyadas sobre los muros. En el segundo nivel la estructura ha sido construida con albañilería de ladrillo pandereta con

elementos de confinamiento de concreto armado y los techos del segundo nivel son losas aligeradas, como se aprecia en la Figura 6, en la página siguiente.



Figura 6
Vistas exteriores e interiores de Vivienda Tipo 1

4.1.1 Problema Existente

La deficiencia del ladrillo pandereta es su poca resistencia frente a sismos, sin embargo, tanto en esta vivienda como en los asentamientos humanos en general, los pobladores lo utilizan debido a su bajo costo. Puede apreciarse que no existen juntas en los alfézares y que existen losas en voladizos, con esquinas donde los muros no cuentan con elementos de columneta en el borde del voladizo. Esta es una debilidad estructural frente al volteo, ya que los muros se encuentran sobre el voladizo y no existen elementos columna que restrinjan su movimiento fuera del plano de la vivienda. Adicionalmente, se encontraron deficiencias en el uso de los materiales como el mostrado en la figura 7, donde se aprecia el uso de un collarín hecho de ladrillos tubulares en lugar de una viga de concreto armado. También existen ambientes donde no hay columnas de confinamiento.



Figura 7
Deficiencias encontradas en Vivienda Tipo 1

4.1.2 Recomendaciones para la Vivienda Tipo 1

En esta vivienda es recomendable colocar mallas de refuerzo sobre los muros que poseen el collarín de ladrillos. Asimismo, se debe colocar columnas de confinamiento en los extremos que lo requieran. En el segundo nivel, en las

zonas que han sido ganadas al terreno por el voladizo, se necesita colocar columnetas que confinen a los tabiques, para evitar fallas como las mostradas en la Figura 3, que ocurrieron durante el sismo de Pisco de 2007.

4.2 VIVIENDA TIPO 2

Esta vivienda, en donde predomina como material la albañilería, tiene dos niveles. El primer nivel posee muros de concreto simple, que hace las veces de muro de contención y cuenta con losas aligeradas apoyadas sobre los

muros. En el segundo nivel, la estructura ha sido construida con albañilería de ladrillo tubular (pandereta) con elementos de confinamiento de concreto armado y el techo del segundo nivel es de losa aligerada.

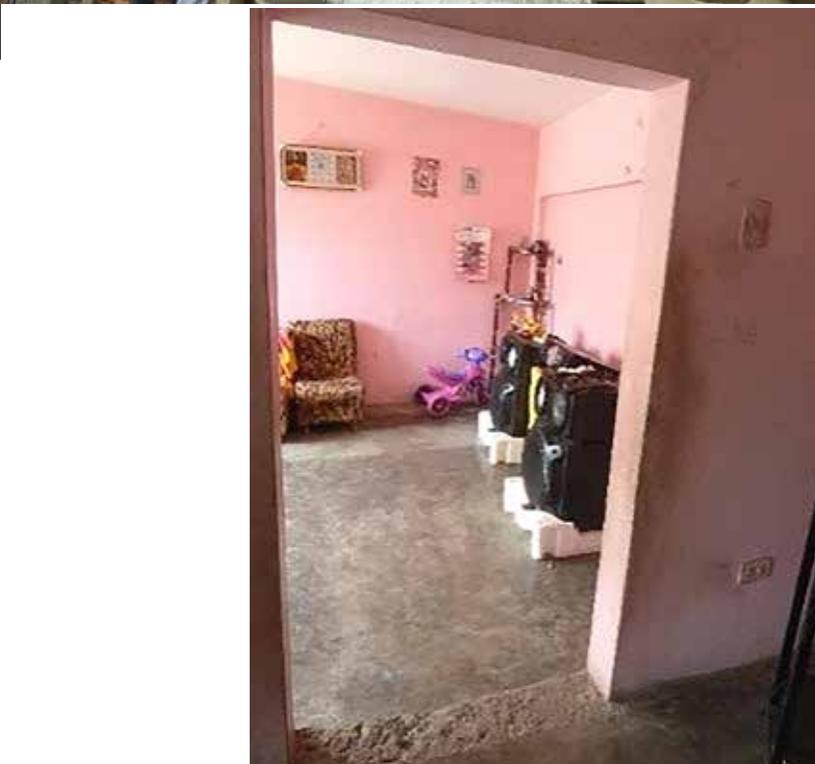


Figura 8
Vistas exteriores e interior de Vivienda Tipo 2



Mala práctica constructiva, relleno de concreto sobrante en el nudo de columna - viga - losa,



produciendo cangrejera. Asimismo, relleno de ladrillos tubulares en muro.



Exposición de barras de acero por falta de concreto, produciéndose oxidación y debilitamiento de resistencia de las barras.



Base de vivienda socavada, debido al intemperismo y presencia de humedad.

Figura 9
Deficiencias encontradas en Vivienda Tipo 2

4.2.1 Problema Existente

La poca resistencia del ladrillo tubular o pandereta lo hace un problema al ser usado en la construcción como muros portantes, que lamentablemente en los AA.HH. los pobladores lo utilizan debido a su bajo costo. Puede apreciarse que existen losas en voladizos con esquinas donde los muros no cuentan con elementos columneta en el borde del voladizo. Esta es una debilidad estructural frente al volteo, pudiendo afectar a los transeúntes durante un evento sísmico, además de bloquear las rutas de evacuación.

En el interior y perímetro de la vivienda se encontraron deficiencias en las uniones donde, debido a una mala práctica constructiva, se alcanzó la altura del muro rellenando con ladrillo tubular y concreto sobrante, creando puntos débiles para la generación de grietas y falla.



4.2.2 Recomendaciones

Debido a la existencia de cangrejeras en los confinamientos y el uso del ladrillo tubular como elementos portantes, se recomienda colocar mallas de refuerzo en ambas caras de los muros

existentes, en especial en los muros del segundo piso y los muros que dan al frente de la casa, pues podría generarse fallas como las mostradas en la Figura 3.

4.3 VIVIENDA TIPO 3

Esta vivienda tiene un nivel, su base está conformada por pircas (piedras angulosas dispuestas a manera de cimentación superficial) y una losa de concreto simple sobre estas. El

sistema estructural está constituido por paneles de madera y como techo se usa cobertura ligera de calaminas, las cuales están apoyadas en listones de madera que descansan sobre los paneles.



Figura 10
Vistas exteriores e interiores de Vivienda Tipo 3

4.3.1 Problema Existente

Esta estructura tiene poca resistencia y es muy usada debido a su bajo costo. Generalmente los pobladores construyen con este tipo de materiales para ocupar inicialmente el terreno y posterior reemplazo por material más duradero. Como puede observarse, no existe un muro que contenga la pircas donde se apoya la cimentación de esta vivienda, creándose un punto de vulnerabilidad.

Base de vivienda
construida con
pircas



Parte de la vivienda apoyada sobre material rocoso
y parte apoyada sobre material suelto

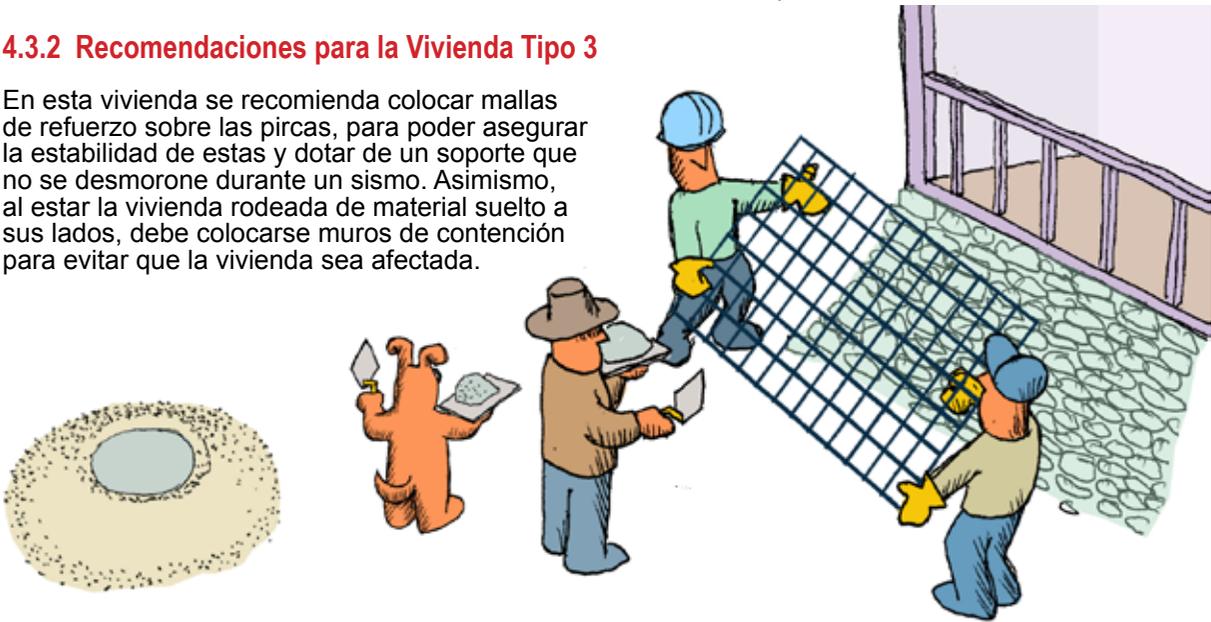
Vivienda construida en ladera, sin muro de contención



Figura 11
Deficiencias encontradas en Vivienda Tipo 3

4.3.2 Recomendaciones para la Vivienda Tipo 3

En esta vivienda se recomienda colocar mallas de refuerzo sobre las pircas, para poder asegurar la estabilidad de estas y dotar de un soporte que no se desmorone durante un sismo. Asimismo, al estar la vivienda rodeada de material suelto a sus lados, debe colocarse muros de contención para evitar que la vivienda sea afectada.



4.4 VIVIENDA TIPO 4

La vivienda es de un nivel y su estructura está conformada por muros de albañilería, con unidades de ladrillo tipo King Kong 18 huecos, confinadas verticalmente por columnas de concreto armado, el techo es de cubierta ligera de calaminas, apoyadas sobre listones de madera.





Figura 12
Vistas exteriores e interiores de Vivienda Tipo 4

4.4.1 Problema Existente

Los ladrillos industriales usados en esta vivienda tienen buena resistencia, pero el sistema de albañilería, además de estar confinado por columnas, debería estar confinada por vigas de concreto armado para su adecuado comportamiento. Asimismo, se observó que la estructura carece de un buen procedimiento constructivo, debido a que se evidencia irregularidades en el asentado de los ladrillos y en el espesor del mortero. También se observa la falta de viguetas de madera en el techo de cubierta metálica, debido a lo cual es necesario colocar dos viguetas centrales que mejoren el soporte de las calaminas. Adicionalmente, se observó que las unidades de albañilería no se encuentran embebidas en el concreto de las columnas de confinamiento (endentado), característica que disminuye la capacidad sísmica del muro.



4.4.2 Recomendaciones para la Vivienda Tipo 4

Para evitar que fallen los muros, por volteo de los ladrillos hacia afuera, se recomienda colocar sobre los muros, vigas de confinamiento usando secciones rectangulares de concreto armado 13 cm por 25 cm, con refuerzo de 4 varillas de 3/8" de diámetro de acero grado 60 y estribos de 1/4" espaciados cada 25 cm. Para esto, debe retirarse las calaminas del techo y colocar viguetas de madera de 3"x4" en la dirección perpendicular a la onda de la calamina, para dotar de soporte a esta. Seguidamente se deben colocar el encofrado y refuerzo de las vigas de concreto y proceder a vaciar con un concreto con resistencia mínima a la compresión de 210 kg/cm².



Figura 13
Deficiencias encontradas en Vivienda Tipo 4



Figura 14
Vistas exteriores e interiores de Vivienda Tipo 5

4.5 VIVIENDA TIPO 5

Esta vivienda tiene cuatro niveles, posee una estructura conformada por muros de albañilería con ladrillo sólido artesanal en el primer nivel. El segundo y tercer nivel tienen estructura con muros de albañilería de ladrillos tubulares. En el cuarto nivel se ha desarrollado una ampliación en dos zonas: una estructura de paneles de madera y otra con paneles de yeso cemento (drywall) con estructura de techo metálico liviano. Respecto a las losas, son aligeradas en el primer, segundo y tercer nivel, mientras que en el último nivel se tiene cubiertas livianas.

4.5.1 Problema Existente

Se pudo observar en los niveles con albañilería la ausencia de endentado, así mismo se aprecia que algunos muros poseen unidades de ladrillo que se han asentado en posición diferente a lo convencional, creando una deficiente resistencia en el muro.

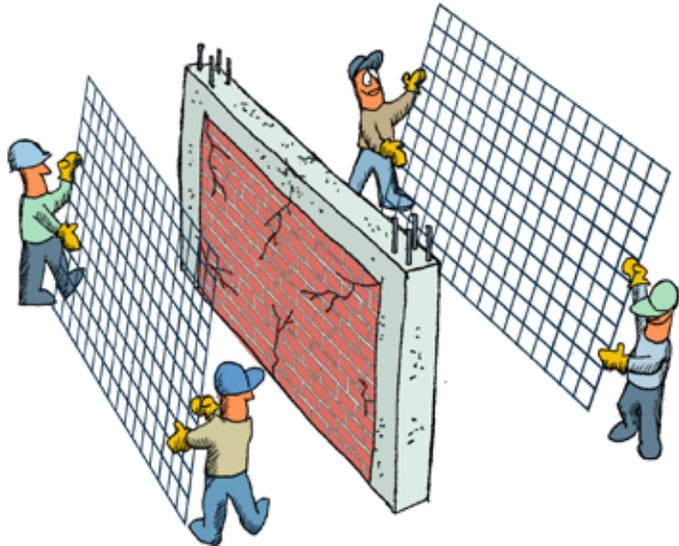
Figura 15
Deficiencias encontradas en Vivienda Tipo 5



Mala práctica constructiva, cangrejera en unión columna ladrillo. Además se observa inexistencia de columneta en murete o tabique, exponiendo al volteo.

4.5.2 Recomendaciones para la Vivienda Tipo 5

Para esta vivienda se recomienda colocar mallas de refuerzo sobre los muros en los niveles 2 y 3, ya que existen irregularidades en el aparejo y asimismo, existen cangrejerías en las uniones entre vigas y columnas de confinamiento. Las mallas podrán colocarse cubriendo todo el muro, incluyendo los elementos de confinamiento y por ambas caras. Adicionalmente, para el eje frontal, donde se ha ganado espacio con el voladizo, se recomienda colocar columnetas en los bordes y al centro, para evitar las fallas como se han mostrado en la Figura 3, donde los parapetos pueden sufrir volteo.

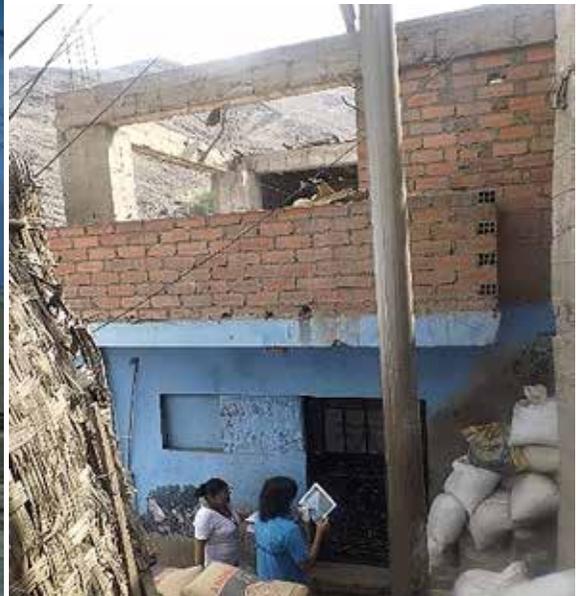


4.6 VIVIENDA TIPO 6

La vivienda se encuentra sobre una zona inclinada. Esta vivienda tiene dos niveles, y posee una estructura conformada por muros de albañilería de ladrillo sólido artesanal en el primer nivel; para el segundo nivel, su estructura

está conformada por muros de albañilería de ladrillos tubulares con un techo flexible debido a la carencia de losa en una zona y la otra es un techo informal.

Figura 16
Vistas exteriores e interiores y deficiencias de Vivienda Tipo 6



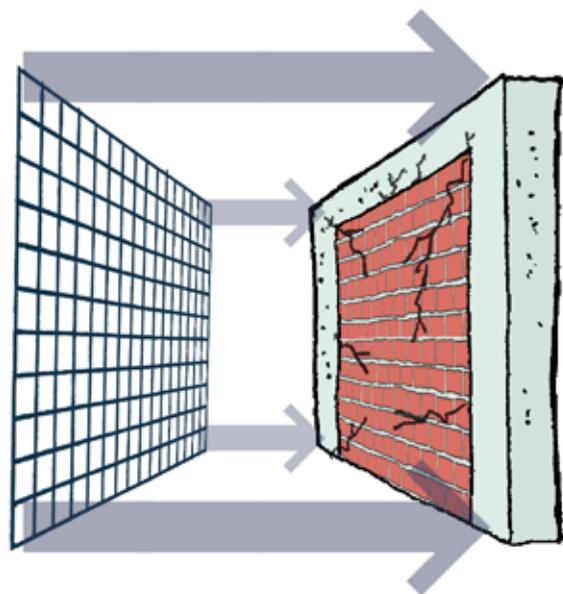
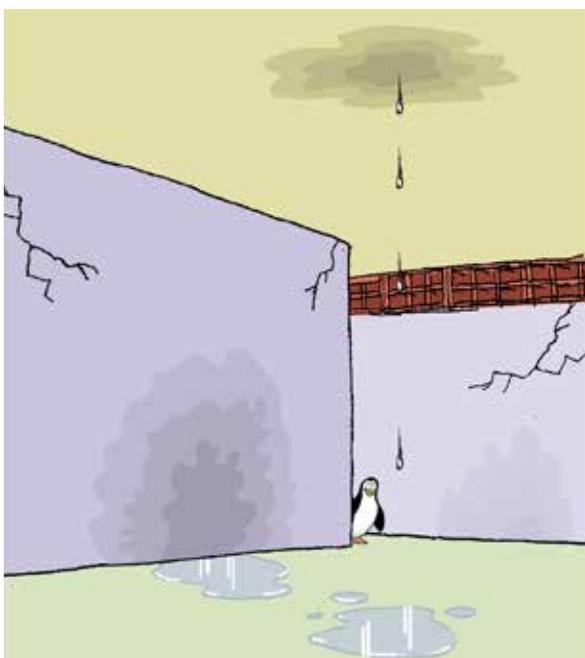


4.6.1 Problema Existente

La losa aligerada en el primer nivel está apoyada en marcos estructurales, cuya calidad constructiva muestra deficiencias, mientras que en el segundo nivel se tiene viguetas de madera, con paneles de madera y otros materiales. También se observó la existencia de humedad en los muros por presencia del salitre en el agregado usado, así como algunas fisuras en uniones, propias de la mala calidad constructiva. Asimismo, se apreció algunas grietas en las vigas centrales de pórtico, lo que constituye una debilidad estructural. La cimentación de la vivienda se encuentra asentada sobre roca alterada, con un cimiento llano sobre este suelo.

4.6.2 Recomendaciones para la Vivienda Tipo 6

En este caso, se recomienda colocar malla de refuerzo sobre los muros del primer y segundo nivel, a fin de mejorar su reducida capacidad debido al salitre y la humedad. Se recomienda que las mallas de refuerzo cubran también a los marcos estructurales, ya que poseen muchas grietas. Debe verificarse la existencia de fugas de agua o desagüe tanto en la vivienda como en las viviendas circundantes, a fin de eliminar esta fuente de humedad. El techo provisional del segundo nivel debe ser retirado y reemplazado por un techo aligerado, ya que en las condiciones actuales el techo de madera se encuentra en mal estado y es un peligro para los habitantes.



4.7 VIVIENDA TIPO 7

La vivienda Tipo 7, se encuentra sobre una zona inclinada, con una pendiente del terreno natural de 32 grados. Esta vivienda tiene tres niveles y posee una estructura conformada por muros de albañilería de ladrillo sólido artesanal y concreto ciclópeo en el primer nivel. En el segundo y tercer nivel, su estructura está conformada

por muros de albañilería de ladrillos tubulares. El techo del primer y segundo nivel son losas aligeradas, mientras que el techo del tercer nivel es flexible, al tener una zona sin techo y otra zona con un techo informal. La cimentación de la vivienda se encuentra asentada sobre roca alterada.



Figura 17
Exterior, interior y deficiencias en vivienda Tipo 7

4.7.1 Recomendaciones para la Vivienda Tipo 7

En esta vivienda debe de reforzarse los muros del segundo y tercer nivel usando el procedimiento con mallas de reforzamiento y mezcla de concreto lanzado sobre este. Adicionalmente, el techo de plásticos y listones

de bambú debe ser reemplazado por una losa aligerada, ya que no se puede garantizar su comportamiento frente a la componente vertical de un sismo, poniendo en riesgo a los ocupantes de este ambiente.

5. ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS

En esta sección, se mostrarán las alternativas de solución al reforzamiento de viviendas en laderas, tomando como casos las viviendas estudiadas por la UNI-FIC-CISMID. Se acompaña con ilustraciones dirigidas a propietarios, albañiles y maestros de obra, para que puedan aplicar el refuerzo tipo a las

viviendas existentes con el asesoramiento de profesionales en arquitectura o ingeniería. Asimismo, se incluyen fotos del refuerzo en especímenes reales, desarrollados en la UNI-FIC-CISMID, en el marco de sus investigaciones del programa PREVAED PP-068.

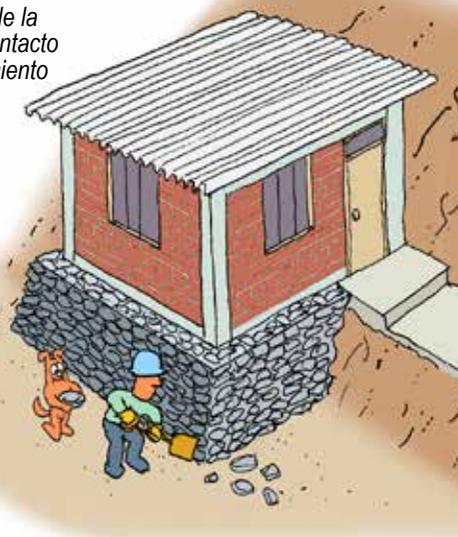
5.1 Reforzamiento de Pirca para Vivienda en Zona de Ladera

Vivienda en zona de ladera con pirca en mal estado

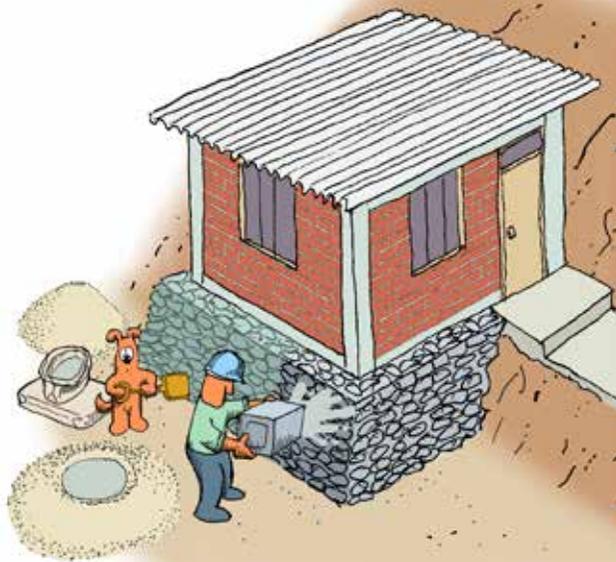


Para el reforzamiento de una pirca, que sirve de apoyo al cemento de una vivienda en zona de ladera, se debe considerar los siguientes pasos:

Perfilado y nivelación manual de la zona de contacto con el cemento

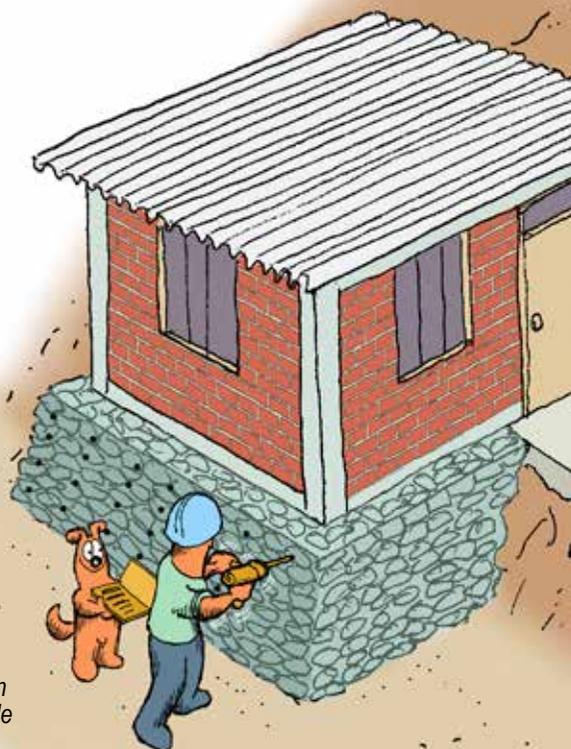


1) Perfilado y nivelación manual de la zona de contacto con el cemento. Aquí se deberá tener cuidado de no remover los bloques de piedra, ni quitar el aglomerante utilizado para la unión de estos bloques.



Lanzar una mezcla de relación
cemento - arena ¼

2) Lanzar una mezcla de mortero, con relación una parte de cemento y cuatro de arena, para estabilizar la pirca nivelada.



Perforación
y anclado de
pernos



Introducir
pernos de ½"
cementados
fijación de
la malla de
refuerzo

3) Hacer perforaciones en la pirca y en parte del suelo de fundación, utilizando un taladro con broca de 5/8", en espacios de 30 cm. en ambas direcciones. Estas perforaciones serán usadas para introducir pernos de ½" cementados, que servirán para fijar la malla de refuerzo.



Colocación
de malla
electrosoldadas
QE-106

4) Se coloca una malla electrosoldada QE-106 (con 6 mm. de diámetro y superficie corrugada) y usando alambre No.16, se atortola la malla en contra de los pernos cementados, para lograr un anclaje mecánico de la malla y los pernos cementados.



Lanzado de Concreto Líquido

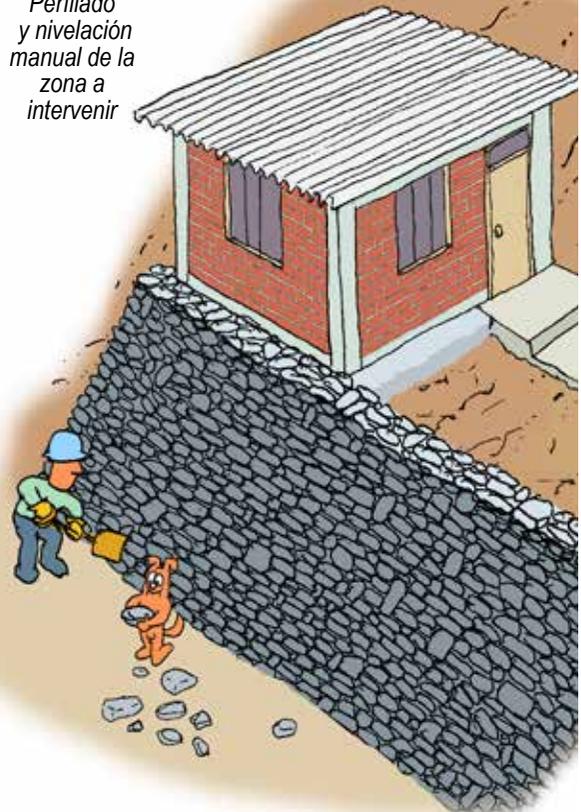
5) Por último, se lanza concreto líquido, hecho con una proporción en volumen de 1 bolsa de cemento, 2.5 bolsas de arena gruesa y 1 bolsa de confitillo, utilizando agua potable, de manera que se logre una consistencia fluida (prueba del cono de Abrams de 225 mm). Este concreto líquido se lanza para cubrir a la malla y lograr un recubrimiento de 4 cm. De esta manera, se logrará estabilizar la pirca y evitar su movimiento durante sismos severos. Este procedimiento es aplicable para pircas con altura máxima menor de 150 cm.

5.2 Reforzamiento de Muro de Contención para Vivienda en Zona de Ladera



Vivienda en zona de ladera con pirca en mal estado

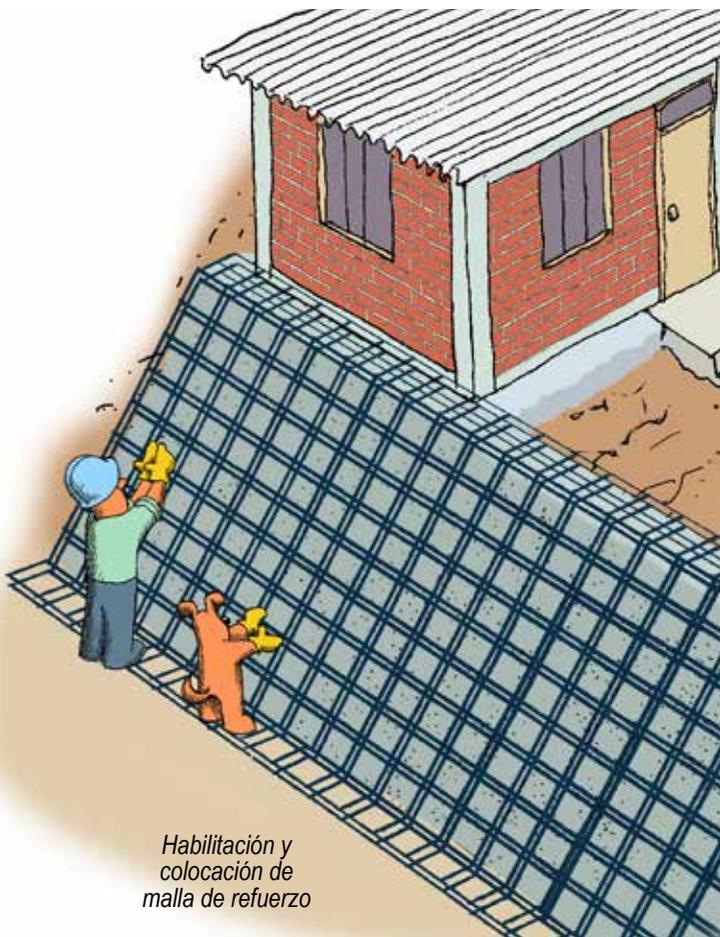
Perfilado y nivelación manual de la zona a intervenir



1) Se considera las pircas que tengan alturas superiores a 150 cm o en el caso de terreno natural sin ninguna protección. Para desarrollar el reforzamiento, la primera tarea será el perfilado y nivelación manual de la zona a intervenir.

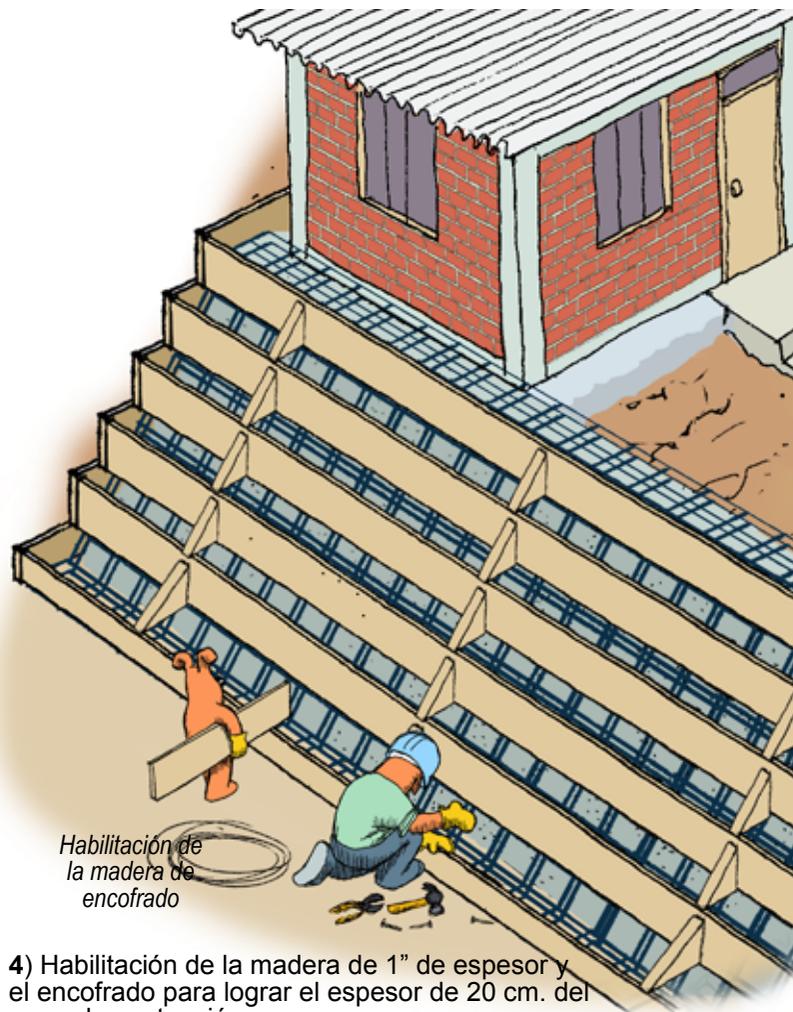
2) Se realiza el pañeteo de una mezcla de mortero con relación de una parte de cemento y cuatro de arena, para estabilizar la zona a intervenir.

Pañeteo de mezcla para estabilizar



Habilitación y colocación de malla de refuerzo

3) Habilitación y colocación de una doble malla de acero longitudinal (fierro de $\frac{1}{2}$ " @ 30 cm. y acero transversal (fierro de $\frac{1}{2}$ " @ 30 cm.).



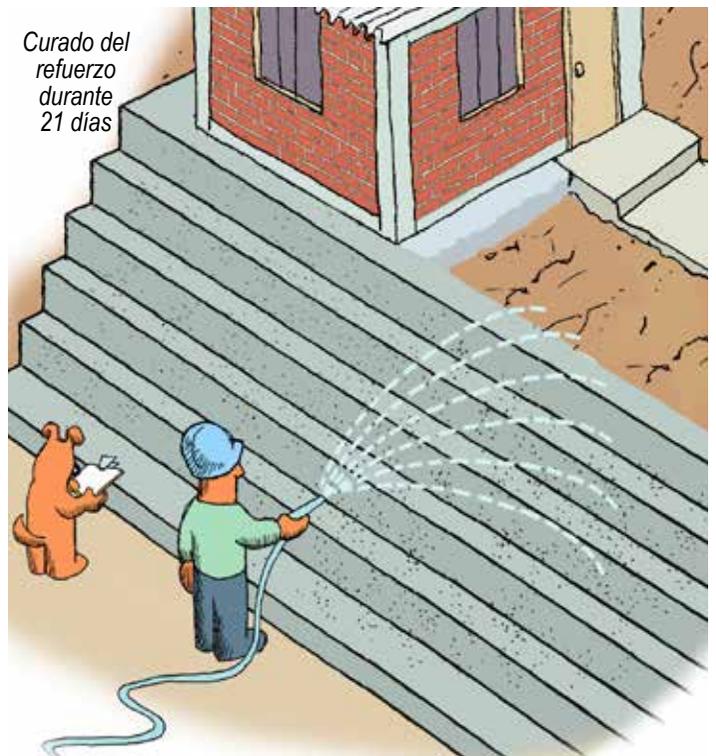
Habilitación de la madera de encofrado

4) Habilitación de la madera de 1" de espesor y el encofrado para lograr el espesor de 20 cm. del muro de contención.



Vaciado de la mezcla de concreto

5) Se procede a vaciar el concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Curado del refuerzo durante 21 días

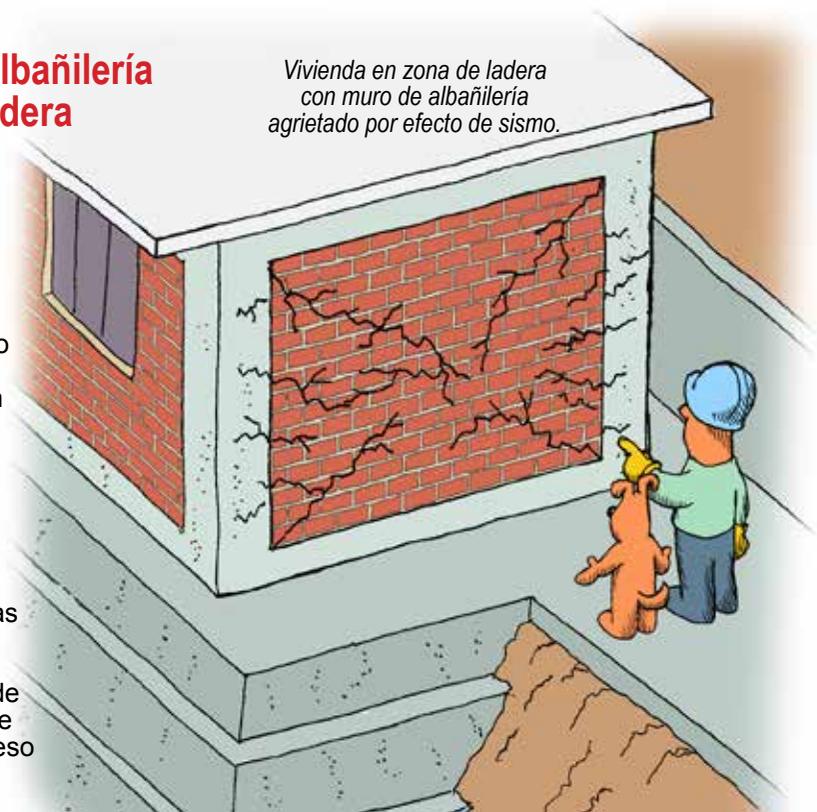
6) Humedecer el encofrado, por un espacio de no menor de 21 días antes de desencofrar, para luego seguir humedeciendo el muro para lograr la hidratación y curado del concreto.

5.3 Reforzamiento de Muro de Albañilería para Vivienda en Zona de Ladera

El problema identificado en las viviendas en zonas de ladera, que han sido construidas con muros de albañilería confinada, es el uso de ladrillos tubulares (pandereta) para cargar los techos, pretendiendo que trabajen como muro portante. Estudios efectuados en el Laboratorio de Estructuras del CISMID, en el marco del Programa Presupuestal PP-068 de la UNI, han demostrado que este tipo de muro tiene una resistencia limitada, con alta fragilidad para tomar cargas de un sismo severo.

Se plantea el reforzamiento de los muros de albañilería construidos con unidades de ladrillo tubular, a través del uso de mallas electrosoldadas ancladas al muro con varillas, con anclaje químico en las esquinas y alcayatas como conectores, sobre los cuales se lanzará un mortero convencional de relación cemento-arena 1:4. Así, se incrementará la resistencia de los muros de albañilería con ladrillo tubular y se tendrá un incremento en su ductilidad. El proceso es el siguiente:

Vivienda en zona de ladera con muro de albañilería agrietado por efecto de sismo.



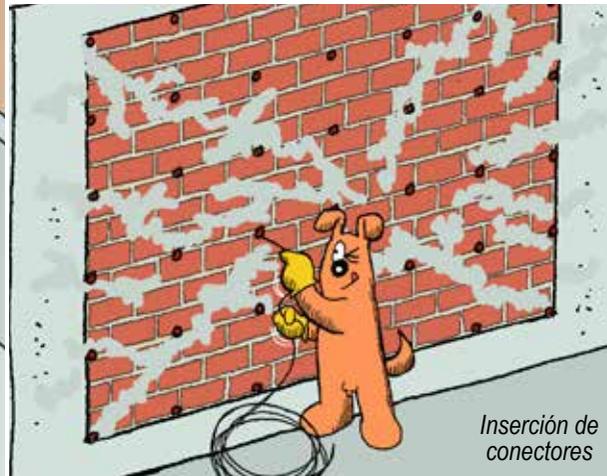
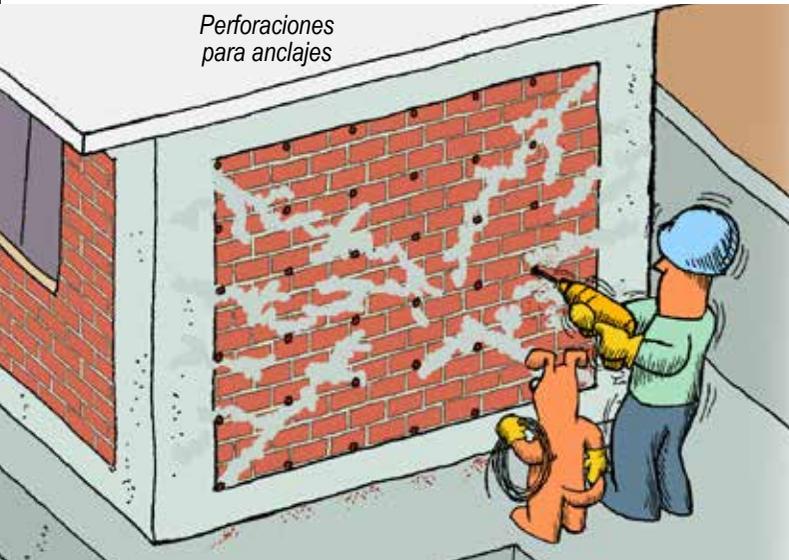
1) De existir fisuras en el muro, se pican las fisuras gruesas (con espesores de grieta mayores a 3 mm.) para limpiarlas, humedecerlas y rellenarlas con mortero de relación en volumen de 1 de cemento por 3 de arena. Si existen ladrillos triturados, se reemplazan por una mezcla de concreto simple de resistencia 140 kg/cm². Si existen elementos de confinamiento fisurados, se remueve el concreto triturado de la fisura (fisura con espesor mayor a 3 mm.), se limpia con aire comprimido y luego se coloca una mezcla con resina epóxica (Sikadur 31 o equivalente) para rellenar la zona afectada.

2) Se realizan perforaciones en el muro cada 45 cm. en ambas direcciones, usando un taladro eléctrico con una broca de 3/4". Por estos orificios se insertan conectores de alambre No.8, que servirán de sujetadores para la malla de refuerzo.

Reparación de fisuras en muro y confinamiento



Perforaciones para anclajes



Inserción de conectores

3) Se coloca la malla electrosoldada de refuerzo (QE-106 de 6 mm de diámetro) la cual será fijada a través del alambre sujetador (previamente instalado) y se atortolará con alambre No.16.

4) Se tapan las perforaciones con una mezcla en volumen de 1 de cemento por 3 de arena fina.



Colocación de Malla de Refuerzo



Tapado de las perforaciones con mezcla



5) Se procede a pañetear con un mortero de 1 de cemento por 4 de arena, para cubrir la malla y lograr un tarrajeo liso del muro, logrando un espesor de recubrimiento de la malla de mínimo 3 cm.



6) Finalmente, al día siguiente, se humedece el tarrajeo por un periodo de 7 días, para lograr la hidratación del concreto.

Este refuerzo puede ser aplicado en ambas caras del muro, y en el caso de muros perimétricos con

viviendas vecinas, se podrá realizar el refuerzo por la cara interior de la vivienda.



Perforaciones en muro, cimiento y viga para pasar alambre No.16
(Fuente: CISMID-FIC-UNI PP-068)



Fijación de barra de transferencia en viga y cimiento con epóxico
(Fuente: CISMID-FIC-UNI PP-068)



Atortolamiento de la malla fijada al muro y confinamiento
(Fuente: CISMID-FIC-UNI PP-068)



Lanzado de la mezcla y alisado con regla
(Fuente: CISMID-FIC-UNI PP-068)



Acabado final del muro reforzado
(Fuente: CISMID-FIC-UNI PP-068)

5.4 Reforzamiento de Muro de Contención general en zona de ladera



Apuntalamiento del talud

1) Hacer una limpieza del talud a intervenir. Luego, debe de apuntalarse el talud con puntales de madera de 4x4", ya que se intervendrá el talud para colocar la cimentación. Esto hace que se forme temporalmente una zona inestable dentro del talud y, por precaución, se incorpora este apuntalamiento.

Para reforzar una zona de pendiente, donde se requiera un muro de contención general, se debe proceder de la siguiente manera:



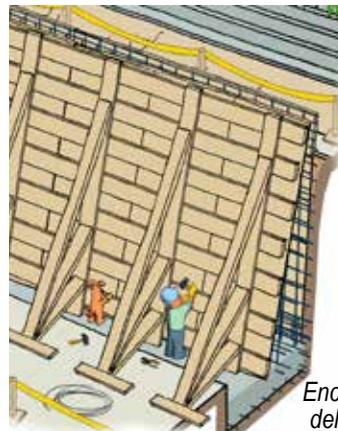
Cimentación y colocación de barras de transferencia

2) Realizar la socavación del talud en su parte inferior, para que ingrese el talón de la cimentación. Aquí se coloca la armadura del cimiento del muro, incluyendo el anclaje de las barras de transferencia que se unirán al refuerzo longitudinal del muro y proceder al vaciado del cimiento.

3) Se coloca la armadura del muro de contención, que debe quedar soportada por el talud a través de tacos o anclajes clavados en el talud.



Colocación de Armadura del muro



Encofrado del muro

4) Colocar el encofrado del muro para encajonar y poder proceder al atortolamiento de las barras de anclaje al encofrado.



5) Vaciado del muro con concreto fluido tomando muestras del concreto para el control la calidad del mismo, donde la resistencia mínima deberá ser de al menos 210 kg/cm².

Vaciado del Concreto

6) Finalmente, se procede al desencofrado y curado del muro de contención por término de 7 días, finalizando el proceso de estabilización y refuerzo de un talud en general.

Si bien el procedimiento es para muros de hasta 6m., siempre se debe tener la verificación de un Ingeniero Civil.



Desencofrado y Curado del Muro

5.5 Reforzamiento para lograr un ambiente seguro dentro de Vivienda en Zona de Ladera

Este reforzamiento asegura un ambiente seguro dentro de una vivienda, para que sea el lugar para protegerse durante los sismos severos y sirva de refugio de la familia. Para lograrlo, se deben aplicar las tres primeras técnicas de

reforzamiento anteriormente descritos en un ambiente. Para esto, debe decidirse cuál es el ambiente seguro dentro de la vivienda, que debe cumplir los siguientes requisitos:

El ambiente debe tener al menos tres muros, que garanticen estabilidad al conjunto y techo aligerado en buen estado. Si el ambiente contase con un marco con vigas y columnas, éstas deberán estar en buen estado, sin grietas ni humedad.

Teniendo en cuenta las sugerencias de esta guía y tomando como principio la autogestión, es necesario desarrollar los pasos mínimos que debe incluir una capacitación a los pobladores y maestros de obra que vivan en la zona, de manera que estén enterados de como contribuir al objetivo de disminuir la vulnerabilidad de las viviendas ubicadas en laderas.



El ambiente debe tener un acceso o salida, que permita, luego del sismo, dirigirse a la zona de evacuación, que puede ser un área segura fuera de la vivienda. Un ambiente interior y sin salida directa no debe ser escogido como ambiente seguro.

De existir ventanales o puertas con vidrio, éstos deben contar con lámina de protección en su cara interior.

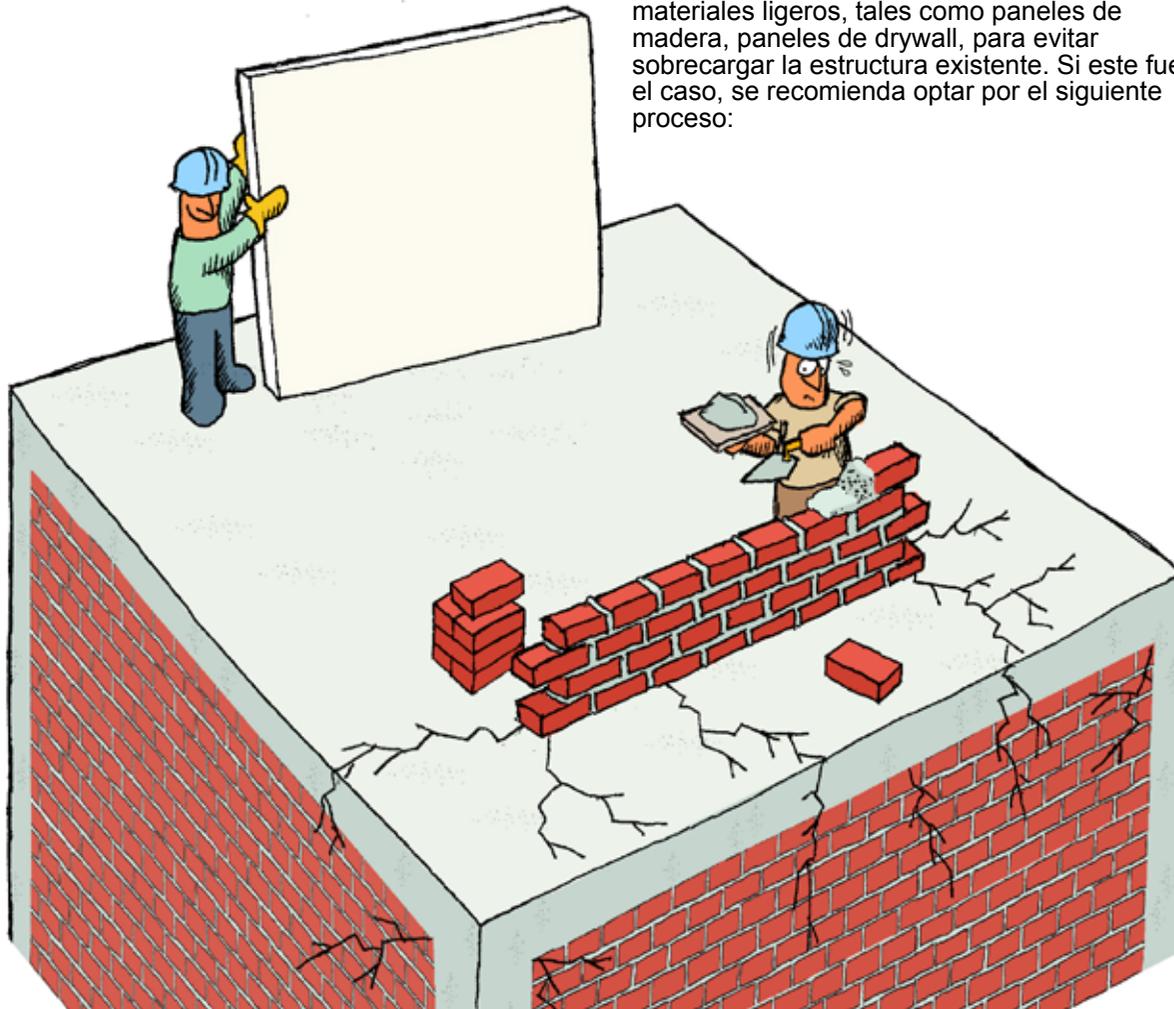
Lograr el reforzamiento de una vivienda dependerá de los recursos disponibles de parte del propietario y la oferta crediticia o bonos que

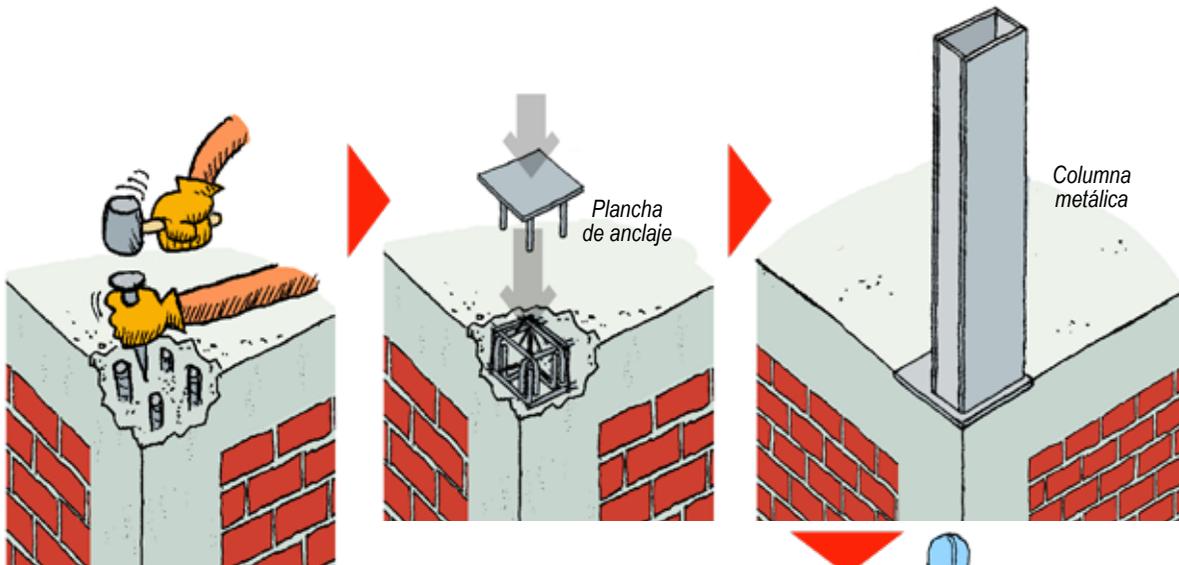
el gobierno pudiese promover para la reducción de la vulnerabilidad en viviendas en zonas con alto peligro.

6. RECOMENDACIONES PARA UNA AMPLIACIÓN SEGURA EN UNA VIVIENDA EXISTENTE

Luego del refuerzo, se recomienda las metodologías para ampliar estas viviendas (evitando sobrecargar estructura existente: madera, drywall, paneles), con los ejemplos y material de referencia disponibles. En primer término, debido a que muchas de estas viviendas poseen cimentaciones superficiales y, en otros casos, se encuentran apoyadas sobre pircas o rellenos, no es recomendable ampliar la vivienda con material

noble (mampostería) a menos que se intervenga la cimentación, ya que el uso de albañilería incrementa el peso y sobrecarga a la estructura en sus niveles inferiores. Si el propietario quisiera ampliar a un piso más, debe contactar con un ingeniero civil especializado en geotecnia, a fin de que desarrolle el estudio de suelos y propuesta de cimentación. Si el propietario no desea intervenir la cimentación existe la posibilidad de usar materiales ligeros, tales como paneles de madera, paneles de drywall, para evitar sobrecargar la estructura existente. Si este fuera el caso, se recomienda optar por el siguiente proceso:





1) Picar las zonas del techo donde se encuentran las mechas de las columnas, pues es necesario llegar a descubrir el refuerzo de la columna y el encuentro con la viga para colocar una plancha de anclaje o soporte metálico que quede anclado a la columna existente. A esto comúnmente se le llama "llave de corte".

2) Soldar a la plancha de anclaje cuatro varillas de hierro de 3/8" para ser colocadas dentro de la zona confinada por los estribos de la columna existente. Encofrar y vaciar concreto de resistencia mínima a la compresión de 210 kg/cm². Las columnas de madera o las columnas metálicas deberán ser sujetadas en contra de la plancha de anclaje. En el caso de la madera, se podrá soldar un tubo cuadrado donde los pies derechos de madera deban insertarse. En el caso de la estructura de drywall, las columnas metálicas tubulares deberán soldarse directamente a la plancha.

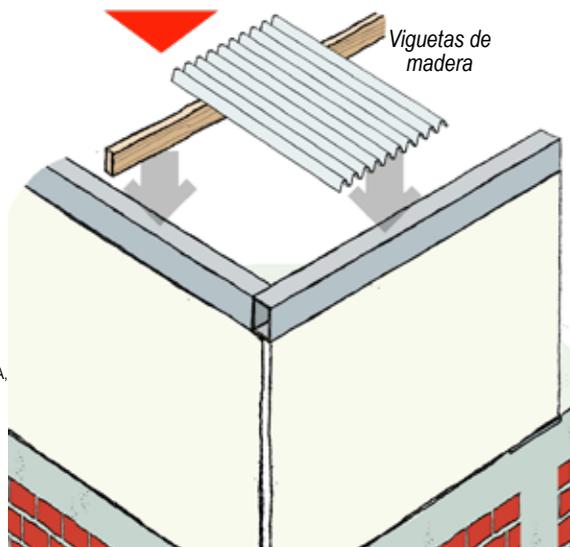
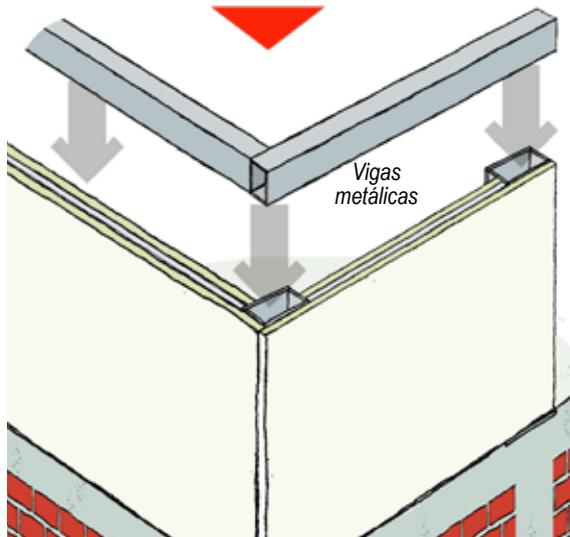
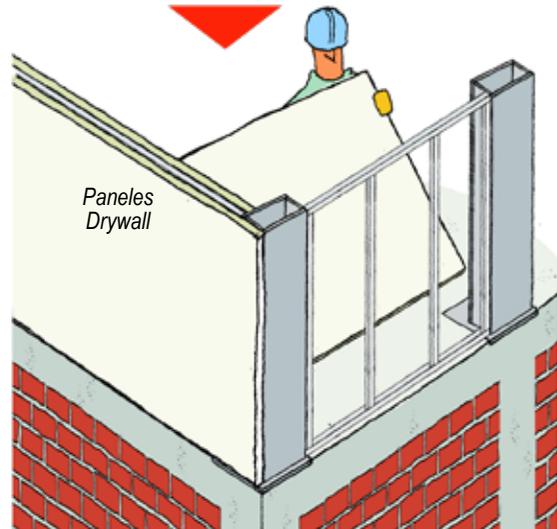
3) Colocados las columnas o pie derechos de madera, se procede a colocar los paneles de madera o drywall entre los elementos estructurales (columnas de madera o metálicas). En el caso de los paneles de drywall, se recomienda usar como relleno lana no tóxica y anti-fuego, para disipar la transferencia del ruido exterior hacia el interior de la vivienda.

4) Se procede seguidamente a colocar la viga de madera o metálica, de manera que corone como un collar tanto a las columnas como a los paneles.

5) Se deberá colocar viguetas de madera o metálicas que servirán para colocar las calaminas. Estas deberán estar espaciadas como máximo 1.2 m siendo recomendable espaciar 0.6 m. Sobre estas viguetas se podrá colocar planchas de cubierta ondulada ligera o planchas de drywall, tanto en el interior como en el exterior.

Este proceso de ampliación debe ser supervisado por la autoridad municipal o por profesional que monitoree este proceso, para evitar que se comentan errores en los procedimientos y se garantice una buena ejecución.

Programa REDUCCIÓN DEL RIESGO EN ÁREAS VULNERABLES DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA,



7. RECOMENDACIONES PARA REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS VIGA-COLUMNA NO CUBIERTOS EN ESTA GUÍA

En algunas de las viviendas tipo existen deficiencias en uniones de pórticos o marcos que aparecen con agrietamientos, fisuras en diagonal, cangrejeas, materiales no apropiados, entre otros. Para estos casos, que pueden involucrar muchas variables de configuración, tamaño, calidad de material, etc., se torna muy difícil poder proponer un reforzamiento típico.

Para estos casos, es recomendable la asesoría de parte de un ingeniero civil o arquitecto, que pueda orientar y recomendar que tipo de intervención se podría gestar para cada uno de los casos particulares que pudieran darse en una vivienda.

Asimismo, podemos recomendar que, ante situaciones deficientes como las expuestas en párrafo anterior, se utilice la técnica del encamisado de los elementos deficientes con varillas de refuerzo y estribos, que deben corresponder a cada caso particular. Para ello, es necesario la asesoría de un ingeniero civil o arquitecto.



NOTA DE LOS AUTORES

Los casos y valores presentados en esta guía se dan de manera referencial, a fin de que el propietario busque la asesoría de un arquitecto o ingeniero constructor, que puede tomar las referencias de esta guía y decidir el tamaño y refuerzo apropiados. Los autores no se hacen

responsables del mal uso de esta guía, en procesos de reforzamiento que no involucren a los profesionales mencionados anteriormente. Todo reforzamiento ejecutado usando las referencias mostradas, es de única responsabilidad del profesional que lo ejecute.

REFERENCIAS

- [1] Applied Technology (ATC). 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building ATC-40. California: Applied Technology Council.
- [2] Aguilar, 2015. Peligro Sísmico para la Costa del Perú. CISMID, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú.
- [3] Structural Engineers Association of California (SEAOC). 1999. Recommended Lateral Forces Requirements and Commentary (the Blue Book). California: SEAOC.
- [4] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E-030, Diseño Sismorresistente (NTE-E-030). 2016. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- [5] Computers and Structures, CSI Analysis Reference Manual, SAP2000. Berkeley California USA.
- [6] C. Zavala, Z. Aguilar, SRSND - Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño, CISMID-FIC-UNI 2004.
- [7] Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [8] Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [9] Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el cálculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [10] Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [11] Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [12] Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M.Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [13] Elaboración de Expediente Técnico de Obra para reforzamiento estructural en zonas críticas en cinco establecimientos de Salud priorizados en Lima Metropolitana Convenio MINSAs-UNI - 2017.

MANUALES DE CONSULTAS ADICIONALES

Manual para el Desarrollo de Viviendas Sismorresistentes – Considerando la influencia del emplazamiento: características de suelo, geología y topografía. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, 2008.

Construye Seguro – Manual del Maestro Constructor – Corporación Aceros Arequipa, 2010.

Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinadas Dañadas por Sismo – Tipología de Daños- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, 2009.

Construyendo Edificaciones de Albañilería con Tecnologías Apropiadas – Guía para la construcción con Albañilería – Laboratorio de Estructuras - CISMID-FIC-UNI, 2005.

ANEXO

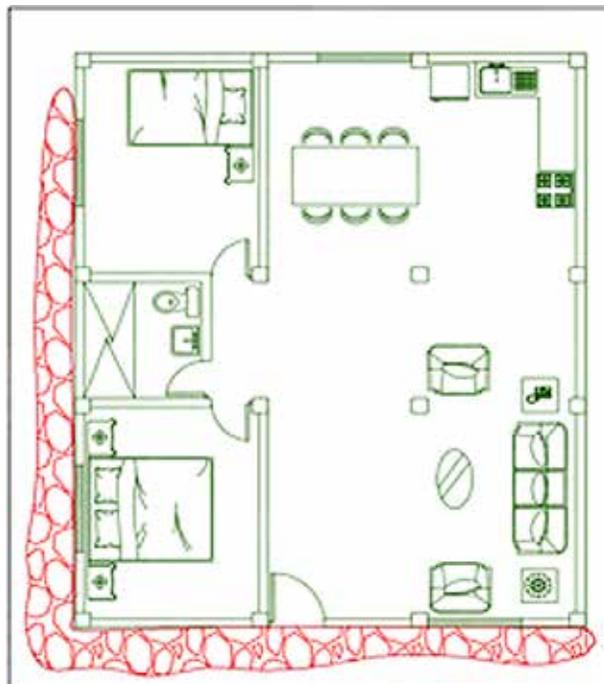
Detalle de Costos de Reforzamiento

En este anexo se muestran los resultados de las fichas elaboradas en el convenio PREDES-UNI donde se cuantificó el costo para cada uno de los reforzamientos propuestos en la guía. Para los cálculos se tomó como referencia una vivienda de un piso con un área de 80.25 m², para la cual se aplican las técnicas de refuerzo.

REFORZAMIENTO DE PIRCA PARA VIVIENDA EN ZONA DE LADERA

En este caso la figura muestra que la pirca será reforzada solo en el lado donde aparece la pirca en color rojo.

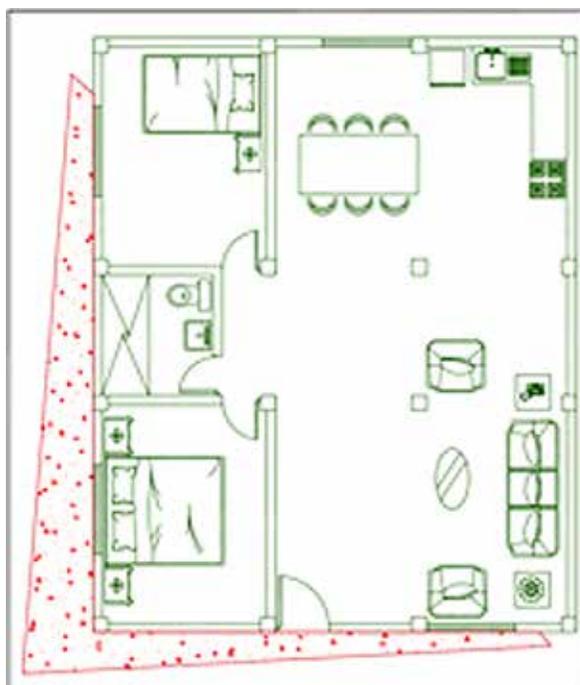
Se considera que el volumen de pirca es el 20% del área promedio por una altura promedio de 1.70 m.



ítem	descripción	unidad	cantidad	costo unitario	parcial
1.00	Trabajos preliminares	m2	16.05	38.47	617.47
2.00	Movimiento de tierras	m2	27.29	15.05	410.69
3.00	Reforzamiento de pirca	m2	19.03	295.16	5,615.52
Costo de reforzamiento para una vivienda promedio (soles)					6,643.68
Costo de reforzamiento por m2 de vivienda promedio (soles)					82.78
Costo de reforzamiento por m2 de pirca (soles)					413.91

REFORZAMIENTO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA VIVIENDA EN ZONA DE LADERA

En este caso, la figura muestra que el muro de contención reforzará a la vivienda en forma de "L" solo en el lado perimetral donde aparece el muro en color rojo.



PRESUPUESTO

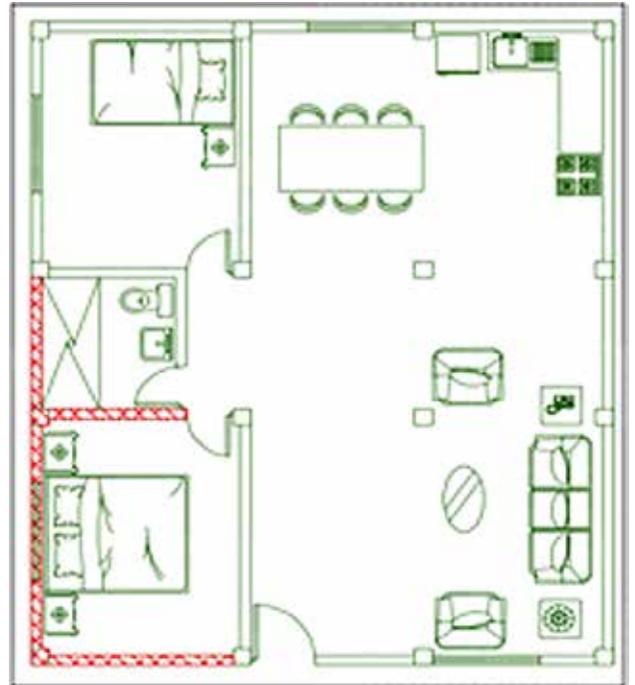
ítem	descripción	unidad	cantidad	costo unitario	parcial
1.00	Obras de concreto armado	m3	2.75	732.38	2,015.92
Costo de reforzamiento para una vivienda promedio (soles)					617.47
Costo de reforzamiento por m2 de vivienda promedio (soles)					25.12
Costo de reforzamiento por m2 de muro de contención (soles)					164.70

REFORZAMIENTO DE MURO DE ALBAÑILERÍA PARA VIVIENDA EN ZONA DE LADERA

En este caso, la figura muestra los muros con refuerzo en los que aparecen en la figura en color rojo. Se considera que el área total de muros a reforzar corresponde al 20% de la longitud total en ambas direcciones de una vivienda promedio.

PRESUPUESTO

ítem	descripción	unidad	cantidad	costo unitario	parcial
1.00	Trabajos preliminares	m2	58.40	81.32	4,749.13
2.00	Obras de reforzamiento	m2	58.40	78.26	4,570.25
3.00	Revoques y enlucidos	m2	58.40	27.72	1,618.80
Costo de reforzamiento para una vivienda promedio (soles)					10,938.18
Costo de reforzamiento por m2 de vivienda promedio (soles)					136.29
Costo de reforzamiento por m2 de muro de albañilería (soles)					187.30



REFORZAMIENTO DE MURO DE CONTENCIÓN GENERAL PARA VIVIENDA EN ZONA DE LADERA

El muro de contención se ubicará en zonas de peligro, como por ejemplo los cauces secos, debido a que implican riesgo para muchas viviendas y zonas de circulación de vehículos. A manera de ejemplo, se considera un área promedio de muro de contención general de 59.18 m².

Se considera que la longitud del muro de contención general será la mayor dimensión de la vivienda promedio por una altura promedio de 6 m.

PRESUPUESTO

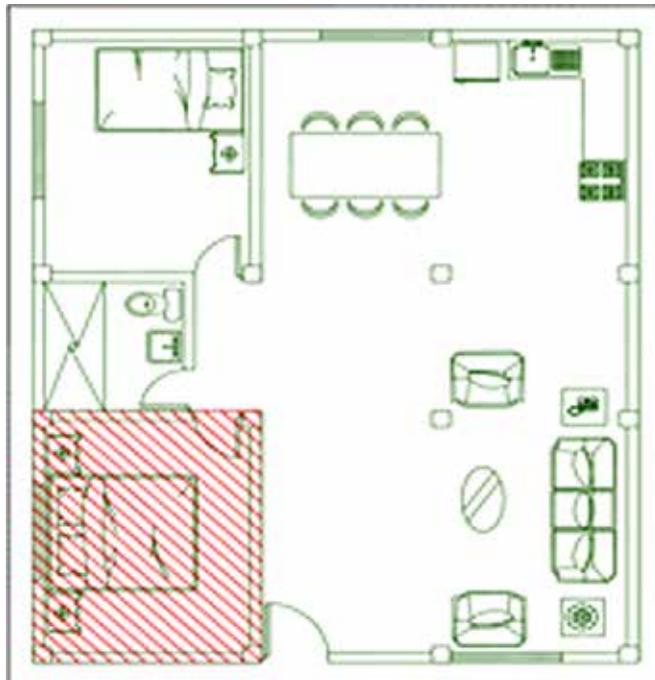
ítem	descripción	unidad	cantidad	costo unitario	parcial
1.00	Movimiento de tierras	m3	121.28	17.40	2,110.71
2.00	Obras de concreto armado	m3	65.72	712.00	46,790.47
Costo de reforzamiento para una vivienda promedio (soles)					48,901.18
Costo de reforzamiento por m2 de vivienda promedio (soles)					609.31
Costo de reforzamiento por m2 de muro de contención (soles)					826.38



REFORZAMIENTO DE UNA HABITACIÓN SEGURA PARA UNA VIVIENDA EN ZONA DE LADERA

Se toma el área de una habitación promedio de las viviendas tipo, 12 m², que será considerada en esta ilustración en el área achurada de color rojo.

Se considera que se realizará el reforzamiento del 20% del área de pirca, muro de contención y muro de albañilería.



PRESUPUESTO

ítem	descripción	unidad	cantidad	costo unitario	parcial
1.00	Reforzamiento de pirca	m ²	2.40	972.94	2,335.06
2.00	Reforzamiento de muro de contención	m ²	7.00	174.38	1,220.66
3.00	Reforzamiento de muro de albañilería	m ²	4.76	164.75	784.21
Costo de reforzamiento para una habitación promedio (soles)					4,339.93
Costo de reforzamiento por m ² de habitación promedio (soles)					361.66

GLOSARIO

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL: Es la ocurrencia de la pérdida de la horizontalidad de la cimentación, debido principalmente a la baja capacidad del suelo con consecuencias de daños estructurales manifestados mediante agrietamiento.

CALICATA: Exploración que se hace a tajo abierto en el terreno colindante a los cimientos de una edificación con la finalidad de conocer la profundidad del cimiento, su tamaño y los materiales empleados.

CANGREJERA: Son los vacíos que se forman por el aire que se queda atrapado dentro de la mezcla por falta de vibración al momento de la colocación del concreto fresco.

COLAPSO: Daño estructural llegando a la caída de la estructura.

COLUMNA: Es un elemento estructural vertical de sección circular o rectangular que sirve en general para sostener el peso de la estructura y las acciones sísmicas horizontales.

COLUMNA CORTA: Es el fenómeno que ocurre en una columna cuya longitud se encuentra restringida por muros o tabiques adyacentes, originando una disminución de su altura y la concentración de esfuerzos en la longitud no restringida, causando fallas estructurales.

CONCRETO: Mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua y cuyo resultado es un material resistente.

CORROSIÓN: Oxidación de las varillas de refuerzo, mallas metálicas, tuberías y perfiles de acero debido a la porosidad del concreto y la presencia de un ambiente con alto contenido de humedad.

CURADO: Es el bañado con agua de las estructuras de concreto, una vez que éste ha sido desencofrado.

DEFORMACIÓN: Es el desplazamiento que sufre un elemento estructural por efecto de las cargas.

DEMANDA SÍSMICA: Es la exigencia de cargas por sismo recomendada por la norma sísmica NTE-E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

DRYWALL: Elemento construido a base de panel de yeso-cemento adosados a perfiles metálicos doblados en frío, utilizado en la construcción para la división de ambientes.

GRIETA: Fisuración de gran espesor que se produce en un elemento debido al sobreesfuerzo del material.

INERCIA: propiedad que tienen los cuerpos de reaccionar ante un movimiento modificando su estado de reposo.

JUNTA SÍSMICA: Es la separación adecuada entre edificaciones para evitar choque entre ambos.

LADRILLO TUBULAR: Son los ladrillos pandereta, los cuales no son los más apropiados para la construcción de los muros portantes por su poca resistencia y fragilidad.

MAMPOSTERÍA: Es el material compuesto por unidades de piedra, adobe ó arcilla (a manera de bloques) unidos por un aglomerante (mortero) compuesto por varias líneas para conformar un muro.

MUROS CONFINADOS: Son muros cuyos perímetros están unidos a elementos de concreto (vigas y columnas) que confinan a las unidades o bloques que forman el muro.

MUROS PORTANTES: Muros que soportan el peso de la estructura, la fuerza de los sismos y la transmiten hacia los cimientos. Estos muros están hechos de ladrillos macizos, los que pueden colocarse de "soga", es decir con la cara más larga paralela al muro, o de "cabeza", con la cara más perpendicular al muro.

PARAPETOS: Son muros no estructurales de mediana altura.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: Máximo resistencia de compresión que puede resistir un material.

TABIQUE: Pared o muro de poco espesor no estructural, empleado para dividir las habitaciones de un edificio y construida con ladrillo hueco.

VIGA: Elemento horizontal, que soporta cargas trabajando en flexión.

ZAPATA: Una zapata es un tipo de cimentación superficial de una estructura, que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas.



Esta guía está basada en las propuestas de medidas estructurales para reducir el riesgo en viviendas, ubicadas en laderas de cerros, de la "INVESTIGACIÓN SOBRE EL RIESGO DE DESASTRES DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA CON ENFOQUE DE BARRIO", desarrollada por la UNI-FIC-CISMID en convenio con PREDES y financiada por USAID.



Impresión financiada por



El Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PreDES, es una institución no gubernamental de desarrollo sin fines de lucro, que tiene como objetivo contribuir a la gestión del riesgo de desastres en el país.
Considera que la gestión del riesgo de desastres es parte del proceso de desarrollo y tiene que ser asumida por todos los actores que hacen posible el desarrollo.
Trabaja en varias regiones del país, prioritariamente en las más susceptibles a peligros, realizando estudios de riesgo, dando asistencia técnica, capacitando y promoviendo una acción concertada para reducir el riesgo de desastres.

www.preDES.org.pe