

# Guía práctica para el reforzamiento de viviendas y construcción de viviendas seguras





*Proyecto:*

**Fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Arequipa y Moquegua)**

*Documento:*

**GUIA PRÁCTICA PARA EL REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SEGURAS**

*Elaborada por:*

Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES  
Martín de Porres 161 – San Isidro – Lima – Perú  
Teléfonos: 051 1 2210251; 051 1 4423410  
E mail: [postmast@predes.org.pe](mailto:postmast@predes.org.pe)  
Web: <http://www.predes.org.pe>

*Empresa consultora:*

MEDAR ACADEMY E.I.R.L.

*Consultor principal:*

Roberto Medina Manrique, Arq. Dr. CAP 7968

*Asistente de proyecto*

Deyly Velásquez Díaz, Bach. Arq.

*Revisión:*

Gilberto Romero Zeballos  
Roxana Amache Cutipa  
María del Carmen Escobedo

*Ilustraciones, diseño y diagramación:*

Pepe Sanmartín - Carpa de Tinta – Extraído de la Guía Práctica para reforzar viviendas en laderas  
Roberto Medina Manrique – Medar Academy

Héctor Chambi

Impreso en Perú/Printed in Peru:

Se terminó de imprimir en octubre de 2024

Imprenta:

*Primera impresión. Tiraje: 2000 ejemplares*

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional N°.

*Encuentra esta guía práctica en la página: [www.predes.org.pe](http://www.predes.org.pe)*

Se autoriza la reproducción parcial o total de sus textos y originales gráficos, siempre que se nombre la procedencia.

*Financiamiento:*

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional - Oficina de Asistencia Humanitaria - USAID/BHA

*Declaración:*

Esta publicación ha sido posible por el generoso aporte del pueblo de Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional - USAID (por sus siglas en inglés). Los contenidos son responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

Esta guía ha sido elaborada como material de capacitación en el marco del Proyecto Fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres Arequipa-Moquegua ejecutado por Adra y Predes con el financiamiento de BHA USAID.

## CONTENIDO

ITEM	PAG
<b>1. ANTECEDENTES</b>	
1.1. Contexto del Riesgo	4
1.2. ¿Por qué reforzar la vivienda?	6
1.3. Alcances del reforzamiento de una vivienda	7
<b>2. ¿CÓMO REFORZAR VIVIENDAS LIVIANAS?</b>	
2.1. Problemas constructivos de las viviendas livianas y recomendaciones	9
2.1.1. Cimientos y muros de contención débiles o inexistentes	9
2.1.2. Muros frágiles e inestables	10
2.1.3. Techos inestables y/o con elementos sueltos	11
2.1.4. Accesos inseguros	12
2.2. Recomendaciones sobre el mantenimiento de viviendas de quincha mejorada	
<b>3. ¿CÓMO REFORZAR VIVIENDAS CONSOLIDADAS O EN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN?</b>	
3.1. Problemas constructivos de las viviendas consolidadas o en proceso de consolidación, y recomendaciones	13
3.1.1. Cimentaciones poco profundas y de baja resistencia por el tipo de suelo	13
3.1.2. Muros de albañilería socavados en la parte baja.	14
3.1.3. Muros de albañilería sin refuerzo estructural	15
a) Muros de ladrillo y/o de bloquetas de fabricación local	
b) Muros de adobe	
3.1.4. Muros de albañilería sueltos sobre voladizos	16
3.1.5. Techos sin viga de refuerzo y/o con muros o elementos sueltos	17
3.1.6. Accesos inseguros	18
3.1.7. Escaleras externas inseguras	18
<b>4. ¿CÓMO CONSTRUIR UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA SEGURA ANTE SISMOS?</b>	
4.1. ¿Por qué construir de manera segura una vivienda?	19
4.2. Pautas para una construcción segura	20
4.2.1. Selección de materiales	20
4.2.2. Cimientos adecuados según tipo de suelo – trazado.	21
4.2.3. Continuidad de elementos estructurales (columnas, muros, vigas)	22
4.2.4. Relación entre elementos estructurales y muros o techos de cerramiento	23
4.2.5. Techos y vigas	24
4.2.6. Voladizos y parapetos	25
4.2.7. Patios, pozos de iluminación y ventilación natural.	25
4.2.8. Colocación de instalaciones sin debilitar los elementos estructurales	25
4.2.9. Protección ante el asoleamiento y lluvias fuertes	26
4.3. Pautas para el crecimiento progresivo de la vivienda	27
4.4. Normativa para la elaboración de planos de una vivienda	27
4.5. Recomendaciones para construir viviendas de adobe	28
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	32
<b>6. GLOSARIO</b>	33

# 1 ANTECEDENTES

## 1.1. CONTEXTO DEL RIESGO

El crecimiento urbano permanente de ciudades en Latinoamérica, no solo se da en capitales como Lima, sino también en las zonas urbanas de Arequipa y Moquegua.

Este aumenta los niveles de vulnerabilidad de la población, al generar barrios periféricos informales como los priorizados para esta guía. En la zona sur del Perú el último evento sísmico de gran magnitud fue en el 2001, sin embargo, continúa siendo sísmicamente activa y se mantiene la posibilidad de eventos futuros.

La materialización de un terremoto seguido de un posible tsunami en la zona costera tendría un enorme impacto local y nacional, alcanzando dimensiones catastróficas, tanto por el elevado número de pérdidas humanas y millares de heridos y damnificados, como por la parálisis de las actividades administrativas de esta importante zona del país.

De acuerdo con diversos estudios realizados sobre el riesgo sísmico, se tienen identificadas las áreas de mayor vulnerabilidad, tanto por la baja calidad de los suelos, el relieve accidentado de laderas, las construcciones informales y los bajos recursos económicos, especialmente en Arequipa y Moquegua.

Por esto es de suma importancia, tomar medidas de corto y mediano plazo para reducir la vulnerabilidad de viviendas ubicadas en las laderas de los cerros y en zonas planas, lo cual afecta directamente la calidad de vida y la satisfacción de las necesidades vitales de las personas.

Los principales elementos del contexto, que determinan el nivel de riesgo de las viviendas en las zonas urbanas de Arequipa y Moquegua son:



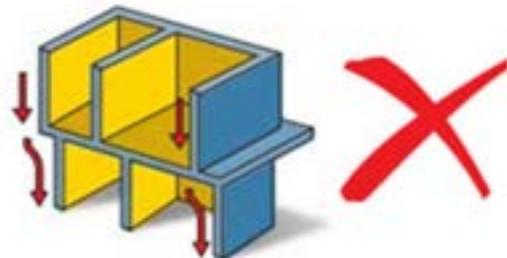
Los procesos de ocupación informal (autoconstrucción)



La inadecuada práctica constructiva en ladera (plataformas con tierra de relleno, débiles).



La limitada accesibilidad



Falta de continuidad de los elementos estructurales



Erosión de la parte baja de los muros por la humedad y la falta de cimientos aumenta el riesgo de las viviendas.

De acuerdo con los estudios de Escenario de riesgo ante sismo y tsunami en el borde occidental de la región sur del Perú, la laguna sísmica viene del año 1868 y según la información histórica, éste habría sido el sismo de mayor magnitud que afectó esta región, donde se encuentra Arequipa y Moquegua, y aún no se repite.

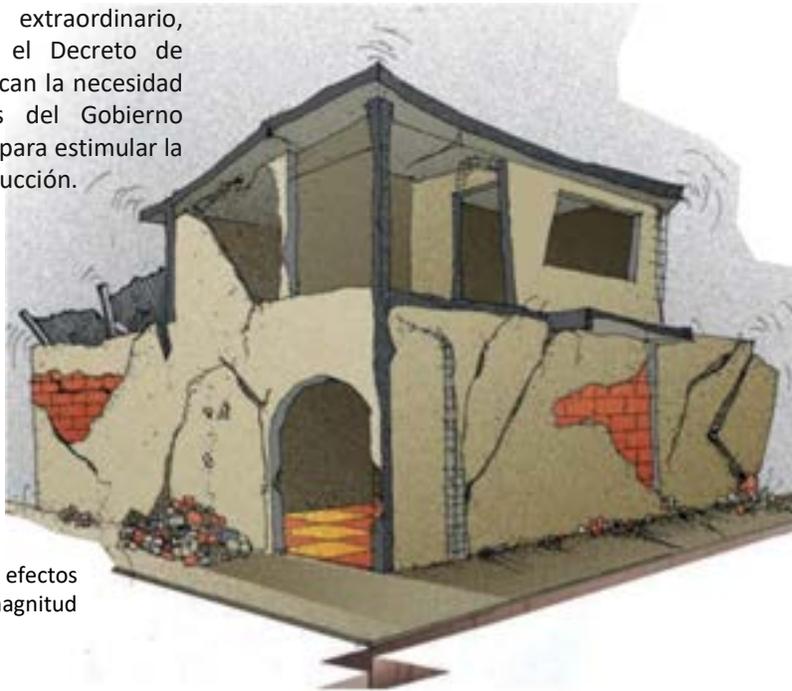
El sismo del 2001 (8,2 Mw) habría liberado aproximadamente el 60% de la energía acumulada en esta región (IGP, 2014). Adicionalmente, es importante tener en cuenta los últimos eventos registrados en el Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres - SINPAD, como las inundaciones fluviales, caídas de rocas y flujos de detritos (huaicos), especialmente durante periodos de fuertes precipitaciones asociadas al fenómeno El Niño. Por lo tanto, se destaca la necesidad de estar preparados y contar con medidas de prevención en el distrito, considerando la vulnerabilidad ante distintos tipos de peligros de origen natural.

La normativa también enfatiza la necesidad de una planificación territorial sostenible, como se observa en el Decreto Supremo N° 022-2016-VIVIENDA sobre el Desarrollo Urbano Sostenible. Además, la Ley N° 29869 y sus modificaciones abordan la reubicación de poblaciones en zonas de alto riesgo, evidenciando la importancia de la mitigación y adaptación ante desastres. Por otro lado, las disposiciones de carácter extraordinario, como la Ley N° 30556 y el Decreto de Urgencia N° 004-2017, destacan la necesidad de intervenciones urgentes del Gobierno Nacional frente a desastres y para estimular la economía durante la reconstrucción.

En Arequipa, los sismos de mayor magnitud que tuvieron impacto en su territorio fueron en el año 1868(M8.6), 1942 (M8.4) y 2001(M8.2), seguidos por los años 1874(M8.0), 1600(M7.9) y 1582(M7.9).

En Moquegua, los eventos sísmicos que mayor daño ocasionaron a lo largo de la historia fueron los ocurridos en los años 1604 y 1868, cuyos hipocentros fueron ubicados en la costa sur del Perú y en la costa norte de Chile (Arica), con intensidades de IX y X (Mercalli Modificada), respectivamente. Estos sismos causando afectación en la infraestructura de las viviendas que en su mayoría fueron autoconstrucciones de material precario como quincha y adobe, afectando los medios de vida de la población, produciendo afectaciones en las infraestructuras vitales y ahondando la situación de pobreza de los pobladores afectados (Tavera et al., 2018).

En Arequipa y Moquegua, el último sismo de gran magnitud fue el del 23 de junio del 2001, ocurrido en el sector de Atico (Arequipa), de intensidad V (Mercalli Modificada), el cual generó daños considerables principalmente en las viviendas de adobe, así como pérdida de vidas humanas (Tavera et al.2002).



Vivienda inhabitable por los efectos de un sismo de gran magnitud (UNESCO, 2023).

## 1.2. ¿POR QUÉ REFORZAR UNA VIVIENDA?

La fragilidad de las viviendas y otras edificaciones, así como vías, escaleras; ubicadas en las laderas y zonas planas de zonas periurbanas de Arequipa y Moquegua, a pesar de la fuerte inversión realizada por sus moradores; hace necesario acudir al reforzamiento de estas estructuras. Realizar el reforzamiento estructural de viviendas vulnerables es una buena alternativa para evitar el colapso y reducir costos en la reconstrucción por un futuro sismo de gran magnitud.

Esto porque las familias de menores recursos están imposibilitadas de emprender una nueva construcción y seguirán habitando en su vivienda, pese a incumplir con las normas edificatorias y encontrarse en peligro por habitar en viviendas inseguras. Visto esto, reforzar la vivienda, consiste en ejecutar ciertos procedimientos, para mejorar, modificar o remodelar el sistema estructural de las construcciones existentes

### ¿Por qué hacer un refuerzo estructural en viviendas y edificaciones del entorno?

Para incrementar la resistencia de la estructura frente a sismos, caídas de rocas, con una técnica conveniente a cada paso, aumentando su tiempo de vida.



Para mejorar las condiciones de seguridad de las familias en sus viviendas.

Para dar más tiempo a las familias para evacuar las viviendas en caso de desastres y salvar la vida.

PREDES (2023). Guía práctica para reforzar viviendas en laderas

### ¿Cuál es la estrategia que seguir para el reforzamiento de viviendas y edificaciones del entorno?

#### ARTICULACIÓN

Concertación de acciones de refuerzo de viviendas de cada familia con las demás de la zona, por depender su seguridad unas de otras al estar encima o debajo de la ladera, o al costado de otras en zonas planas.

#### FORTALECIMIENTO

Incremento de las capacidades de los actores locales (familias, maestros de obra, dirigentes, otros) para el uso de los materiales y técnicas constructivas adecuadas a la pendiente, tipo de suelo y otros.

#### INTEGRACIÓN

Unir al refuerzo de las viviendas, la mejora de otras estructuras del entorno, como escaleras, vías, espacios públicos, emprendidos por el barrio en conjunto según las condiciones físicas del lugar.

PREDES (2023). Guía práctica para reforzar viviendas en laderas

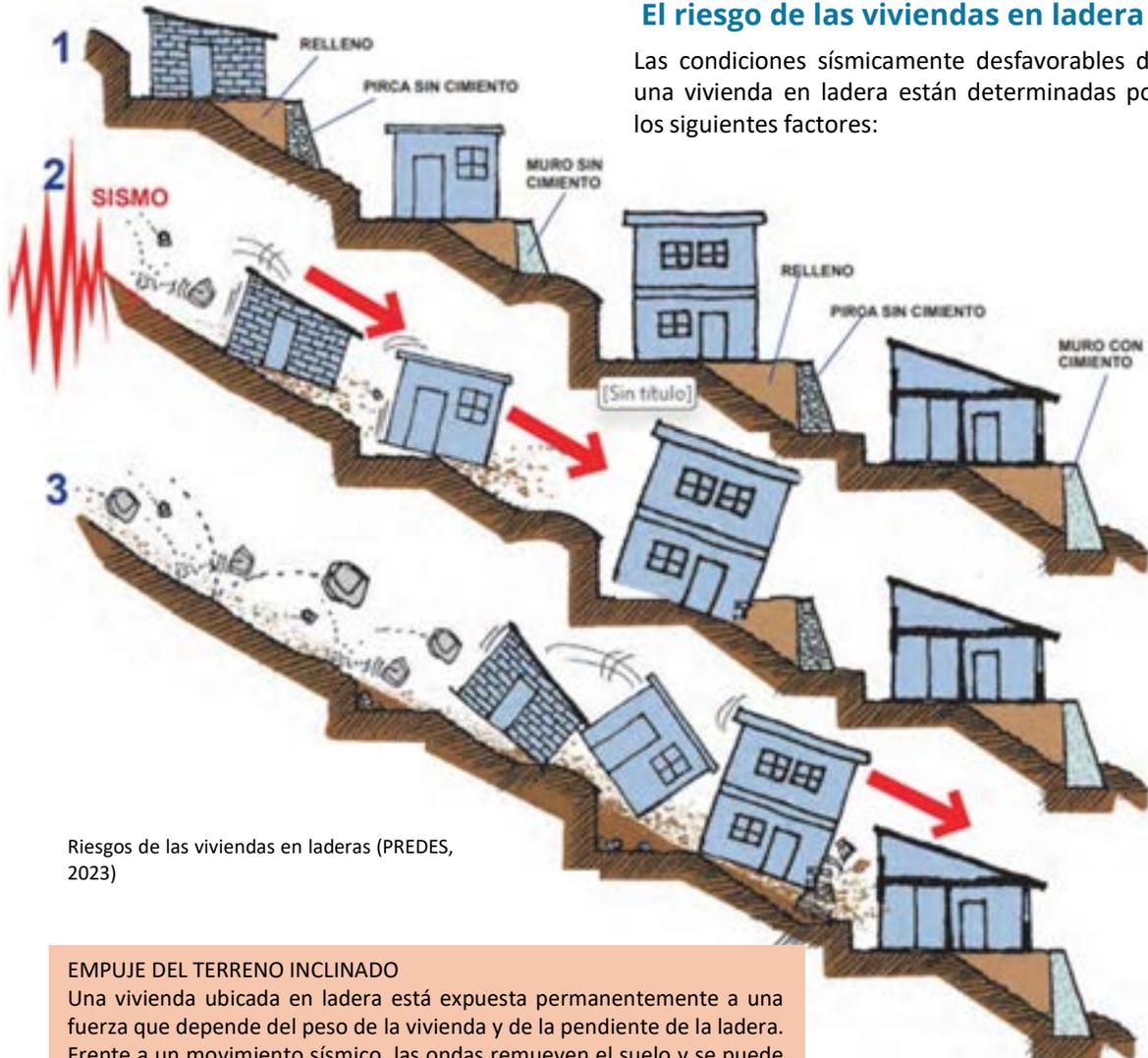
### 1.3. ALCANCES DEL REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS

Esta guía práctica está dirigida a la población que habita en zonas de laderas o zonas planas vulnerables, y está elaborada para informar de manera general acerca de los problemas identificados en la construcción de viviendas y alcanzar las recomendaciones para su reforzamiento. Para ser útil, deberá ser compartida con las familias de los diversos barrios; sin embargo, es necesario contar con:

- Asistencia profesional
- Recursos para implementar el diseño y las obras de reforzamiento
- Disponer de las características técnicas de diseños estándar y específicos

#### El riesgo de las viviendas en ladera

Las condiciones sísmicamente desfavorables de una vivienda en ladera están determinadas por los siguientes factores:



Riesgos de las viviendas en laderas (PREDES, 2023)

#### EMPUJE DEL TERRENO INCLINADO

Una vivienda ubicada en ladera está expuesta permanentemente a una fuerza que depende del peso de la vivienda y de la pendiente de la ladera. Frente a un movimiento sísmico, las ondas remueven el suelo y se puede reducir la fricción del terreno, que mantiene estable el relleno.

#### EL EFECTO CASCADA

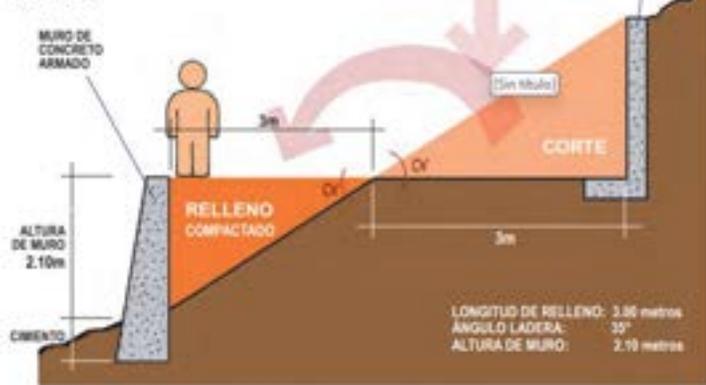
Se puede generar cuando frente a un sismo las rocas inestables y las viviendas ubicadas en la parte alta colapsan de manera sucesiva impactando sobre las viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera.

### CORTE Y RELLENO

Es el movimiento de tierra que se realiza para asentar la vivienda y construir las obras de contención. Para una pendiente de 35° y una longitud de relleno de 3m., el muro de contención debe tener una altura mínima de 2.10m, además se debe incluir la profundidad del cimientó; y se debe realizar una adecuada compactación del relleno hasta alcanzar por lo menos una resistencia de 1 kg/cm<sup>2</sup>. La vivienda, aunque sea liviana o precaria, debe estar apoyada preferentemente en la parte del corte y no en el relleno.

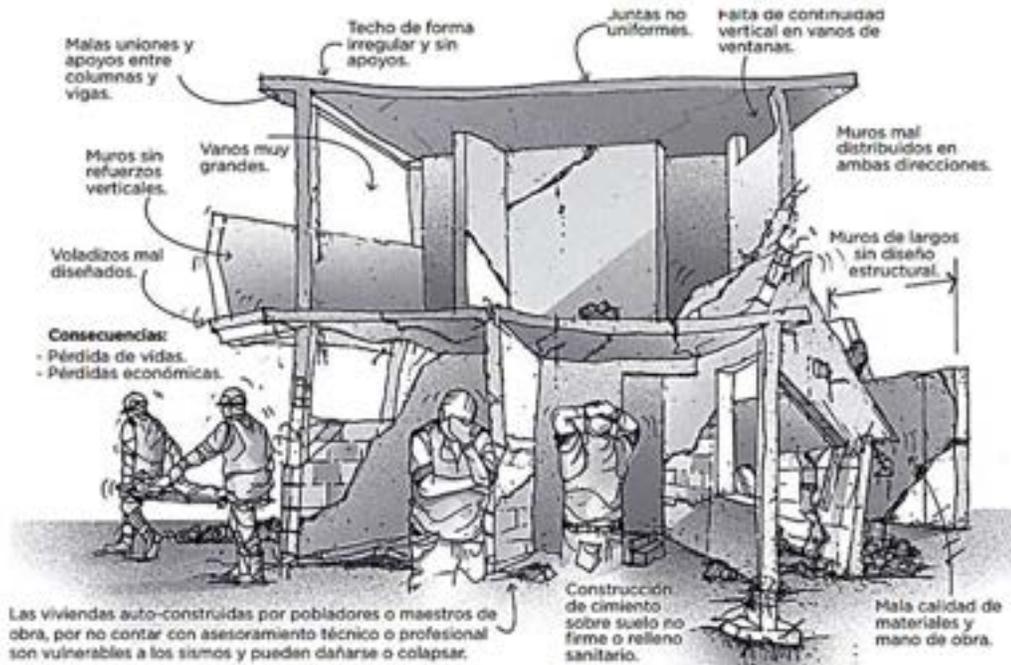
En resumen, el riesgo de las viviendas ubicadas en ladera depende tanto de la consistencia e inclinación del suelo sobre el que se apoyan (suelo firme y suelo de relleno no compactado), como de la resistencia de la estructura misma de la vivienda ante la fuerza sísmica y la de la pendiente, que intentarán derrumbarla.

### CORTE / RELLENO LADERA



Construcción de una vivienda en ladera, habilitando una plataforma mediante corte y relleno de suelo (PREDES, 2023).

### El riesgo de las viviendas en zonas planas



Daños por un sismo en una vivienda en una zona plana, por la fragilidad de la estructura, especialmente cimientos, columnas y vigas. (UNESCO, 2023)

#### CIMENTACION DEBIL E INADECUADA DE ACUERDO CON EL TIPO DE SUELO

Una vivienda sin una cimentación adecuada está expuesta permanentemente a fallar en caso de un sismo. Además, en muchas viviendas, la humedad y el salitre han carcomido la base de los muros, disminuyendo su resistencia ante sismos.

#### DEFICIENTE REFUERZO ESTRUCTURAL DE MUROS Y TECHOS

Las viviendas al ser construidas o ampliadas informalmente no incluyen estructuras adecuadas en muros y techos, sean de ladrillo, bloqueta o adobe.

# 2 ¿CÓMO REFORZAR VIVIENDAS LIVIANAS?

## 2.1. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS DE LAS VIVIENDAS LIVIANAS Y RECOMENDACIONES

### 2.1.1. Cimientos y muros de contención débiles o inexistentes

En las laderas, muchas de las viviendas informales construidas con material liviano se asientan sobre plataformas de suelo de relleno contenidas por pircas mal construidas, débiles e inseguras. Estas tienen alta probabilidad de colapso ante un sismo de gran intensidad o por acción humana (humedecimiento del terreno).



Vivienda con pirca mal construida en Caspani, Aplao, Arequipa



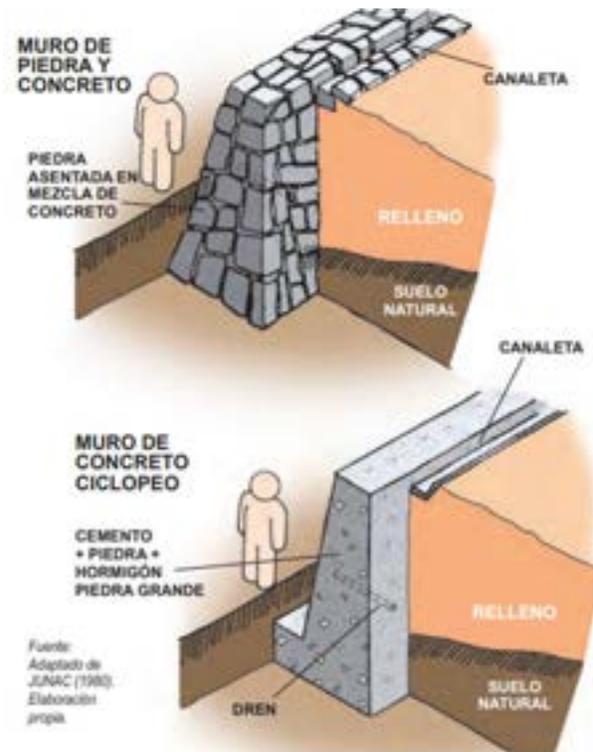
Vivienda con pirca mal construida en el Anexo Uraca, Uraca, Arequipa



Vivienda con pirca mal construida en La Candelaria, Uraca, Arequipa

### Recomendaciones

Una pirca mal construida, debe reemplazarse por tramos con muros de piedra asentada en mortero (cemento/arena) y cimiento del mismo material. Una alternativa para el reforzamiento temporal e inmediato de una pirca con altura menor de 1.5 m es arrojar sobre su cara externa concreto (pañeteo), luego colocar una malla metálica fijada a la pirca con conectores que la atraviesen y finalmente aplicar un tarrajeo, con mezcla suelta de concreto.



Propuesta de muros de contención en laderas. (PREDES, 2023)

### 2.1.2. Muros y techos frágiles e inestables

Los elementos livianos de cierre (muros) y cobertura (techos) mal ensamblados y conservados; son poco resistentes, frágiles e inestables. En caso de sismos, los elementos pesados de sujeción mal utilizados (tablas y piedras) tienen alta probabilidad de impactar sobre elementos livianos y caer en las vías de evacuación, poniendo en riesgo a los pobladores.



Vivienda con techo inestable. Casquina, Aplao, Arequipa



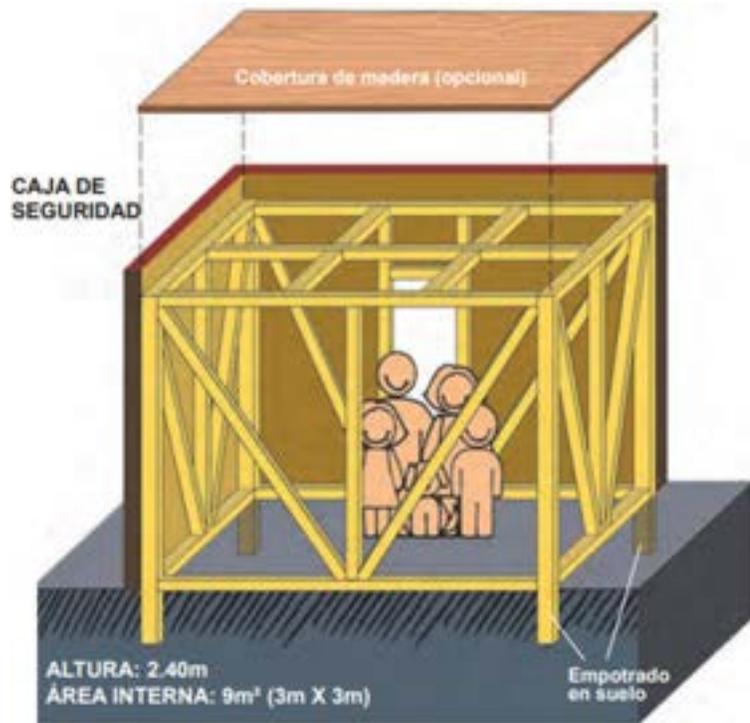
Vivienda con muros frágiles de caña. Anexo Uraca, Uraca, Arequipa



Vivienda con muros de caña y tarrajeo en mal estado de conservación. La Candelaria, Uraca, Arequipa

### Recomendaciones

Como medida de emergencia ante sismos, se puede construir en un ambiente interior de la vivienda una “caja de seguridad” consistente en una estructura de madera aserrada de vigas soleras inferiores y superiores, columnas y parantes, travesaños, vigas y viguetas. De esta forma se podrá preservar la vida de sus moradores mientras ocurra el terremoto. El ambiente elegido, deberá ubicarse en la parte de corte de la plataforma y no en relleno. Opcionalmente, la caja de seguridad puede requerir una cobertura adicional al techo existente. En ese caso, se colocarán planchas de aglomerado, anclados en las viguetas de madera, mediante tirafones.



Esquema de una caja de seguridad en un ambiente de vivienda (PREDES, 2023)

### 2.1.4. Accesos inseguros

Algunas viviendas ubicadas en laderas no tienen adecuados y seguros accesos, por ejemplo, escaleras, y eso dificultaría la evacuación de sus habitantes en caso de un sismo.



Vivienda con acceso inseguro en Villa Aplao, Arequipa

### Recomendaciones

No se debe construir viviendas en las siguientes áreas, porque serían afectadas en caso de derrumbes, movimientos sísmicos, deslizamiento de tierra y rocas o inundaciones

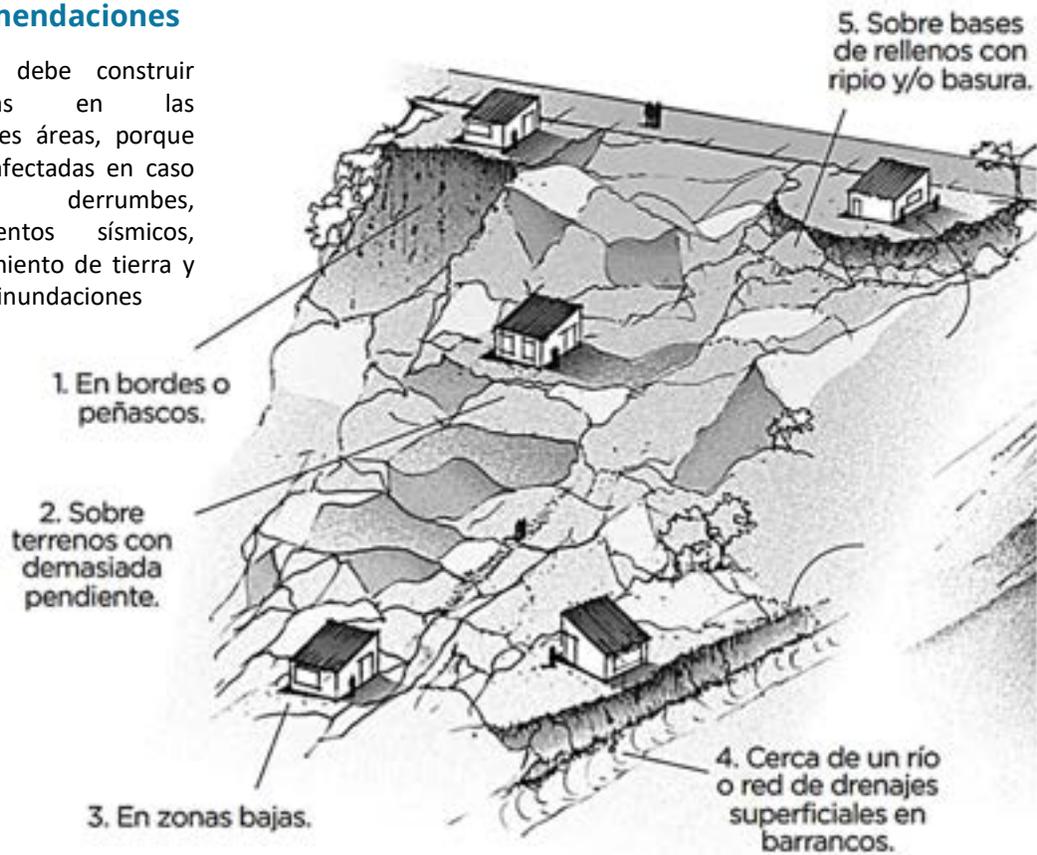


Gráfico de lugares no adecuados para construir una vivienda(UNESCO, 2023).

Las escaleras de acceso a las viviendas deben ser construidas al interior del lote de terreno, respetando el límite de propiedad; deben coincidir con el descanso de la escalera de la vía pública y deben tener barandas.



Escalinata de concreto para acceso a una vivienda en ladera, desde el descanso de una escalera (PREDES, 2023)

## 2.2. RECOMENDACIONES SOBRE EL MANTENIMIENTO DEL TECHO DE VIVIENDAS DE QUINCHA MEJORADA



Vivienda de quincha con alero en mal estado de conservación.  
 Anexo Uraca, Uraca, Arequipa



Vivienda de quincha con techo de vigas de caña.  
 Anexo Uraca, Uraca, Arequipa



Vivienda de quincha con el tarrajeo del alero en mal estado de conservación. La Candelaria, Uraca, Arequipa

Las viviendas de quincha mejorada de Aplao, Arequipa, construidas por PREDES, tiene aproximadamente 21 años de antigüedad, es decir, han excedido su vida útil promedio, que se calculó en 15 años. La estructura de los muros se mantiene en buenas condiciones, sin embargo, el techo de esta vivienda, que está compuesto de caña, estera y una capa muy delgada de concreto, tiene 3 problemas:

- Presencia de grietas de 0.5 a 1 cm., en la parte superior de los techos.
- Desprendimiento de pedazos del estuco del techo, especialmente del alero.
- El techo está hundido, especialmente al medio porque algunas de las vigas de caña han cedido por el peso del techo y la falta de mantenimiento.

Como solución se propone:

Levantar la cobertura y reemplazar las vigas que han cedido y las que están a punto de ceder. Reemplazar la cobertura de caña y la capa de concreto, junto con el revoque del alero.

Apuntalar la viga en mal estado a sustituir.

Colocar la viga nueva debajo de la viga que se va a sustituir

Apuntalar la parte izquierda y derecha de la viga a sustituir

Descubrir los extremos de la viga, Cortar y quitar con cuidado la viga a sustituir

Bajar la viga en mal estado.

Encajar la nueva viga, primero por un extremo y luego por el otro

Asegurar la viga a los extremos de las paredes, con la viga collar. Rellenar los huecos.



Apuntalamiento del techo a los dos costados de la viga en mal estado para poder sustituirla. (Fuente: YouTube)

# 3 ¿CÓMO REFORZAR VIVIENDAS CONSOLIDADAS O EN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN?

## 3.1. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS DE LAS VIVIENDAS CONSOLIDADAS O EN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN, Y RECOMENDACIONES

### 3.1.1. Cimientos poco profundos y de baja resistencia por el tipo de suelo

Las cimentaciones poco profundas e inadecuadas no permiten transmitir las cargas de la edificación al terreno en el que se asienta. Por eso, el área de contacto entre la cimentación y el suelo debe ser suficiente para que la estructura permanezca estable frente a un sismo de gran intensidad.



Vivienda con cimentación inadecuada, en Villa Aplao, Aplao, Arequipa

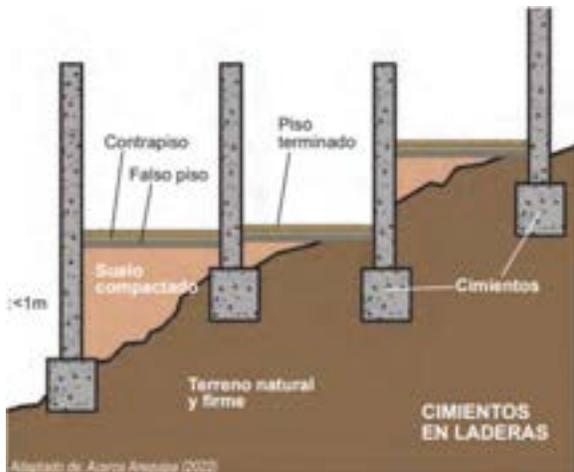


Vivienda con muro de bloquetas, sin cemento, en Olga Primitiva, Moquegua

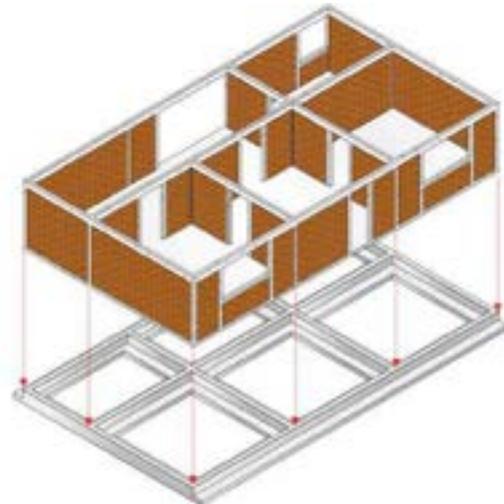
### Recomendaciones

Los cimientos deben estar sobre terreno natural y firme, no sobre relleno. Se deben habilitar plataformas para los ambientes de la vivienda, siguiendo la pendiente del terreno, para evitar cortes y rellenos en exceso y la desestabilización de la ladera.

Cuando la vivienda cambia, de liviana a albañilería confinada, debe reemplazarse el pircado, por un muro de concreto armado. De este muro deben continuar las columnas. El diseño de la sección del muro dependerá de la resistencia del suelo y de la pendiente de la ladera.



Construcción de cimientos y plataformas en una vivienda en ladera (PREDES, 2023)



Correcta ubicación de la cimentación de acuerdo con la ubicación de muros (CENAPRED 2021)

### 3.1.2. Muros de albañilería socavados en la parte baja.

El salitre es una sustancia salina que puede causar desperfectos en las paredes de una vivienda expuesta a la humedad. Estos terrenos pueden estar cercanos o alejados al mar.

En los ejemplos mostrados, la aparición de salitre en las paredes tiene una relación directa con el tipo de suelo (con sales y salitres), así como con la composición de los materiales de construcción (agregados con sales, agua no apta para construir). Esto genera la desintegración de los materiales en el tiempo, especialmente en la parte baja de las paredes de adobe, bloqueta y ladrillo. Estos son materiales porosos, lo cual se agrava por la falta de sobrecimientos y de tarrajeo



Vivienda de ladrillo con muro socavado en la parte baja e intento de resane en mal estado (Nueva Esperanza y Nueva Generación, Ilo, Moquegua)



Vivienda con sistema constructivo mixto, muro de adobe y columnas y techo de concreto armado. (El Siglo, Moquegua)



Vivienda con muros de ladrillos, socavados en la parte baja por la humedad, en La Deheza, Camaná, Arequipa

## Recomendaciones

Se propone 6 sencillos pasos para combatirlo. Recordar que este resane es efectivo cuando el estadio del daño es inicial.

- 1) **Limpiar el área afectada.** Es necesario eliminar el área deteriorada. Para ello, deberán raspar la pared hasta que ya no se vean ningún tipo de pelusa, ni áreas a punto de desintegrarse.
- 2) **Ampliar el área afectada.** Es necesario que el trabajo de mantenimiento se haga hasta 15 a 20 cm más arriba del área afectada.
- 3) **Utiliza ácido muriático diluido en agua** para curar el muro (1 en 10). Con la ayuda de una brocha, pueden aplicar esta mezcla y dejar que el producto penetre por aproximadamente 20 minutos. Luego se lava la zona con agua caliente.

- 4) **Rellenar el área con masilla o concreto** hasta nivelar la pared.
- 5) **Aplicar sellador y pintura impermeabilizante** que protegerá a la pared.
- 6) **Revisar cada 6 meses el estado de la pared**, y de ser necesario, realizar un mantenimiento cada 12 meses.

Si el daño es considerable, en mejor rehacer la pared, pero trabajando con cemento tipo II y aditivos desde el cimientto.

### 3.1.3. Muros de albañilería sin refuerzo estructural

#### a) Muros de ladrillo y/o de bloquetas de fabricación local

La mayoría de estas viviendas no tienen refuerzo vertical (columnas) ni horizontal (vigas de amarre), es decir, carecen de confinamiento. Los muros con columnas no han realizado el ententado del muro, y con el tiempo se separa de estas. Un sismo producirá el choque entre muros y columnas, separándolos especialmente en las esquinas, a pesar de tener columnas cercanas.



Muro de bloqueta sin ententado en Juan Pablo Vizcaro Y Guzmán – Samuel Pastor, Arequipa



Muro de ladrillo sin ententado en Olga Primitiva, Moquegua



Muro de bloquetas sin columnas de confinamiento, en Olga Primitiva, Moquegua



Muro de adobe separado de la columna, en Olga Primitiva-Moquegua

#### b) Muros de adobe

En la mayoría de las viviendas los muros de adobe no tienen refuerzo (ni cañas internas o geomallas en las esquinas). Además, carecen de cimentación adecuada y los adobes tienen dimensiones pequeñas. Todo esto hace que los muros sean muy frágiles.

Esto hace que las grietas aparezcan al romperse el muro por la mala unión de los adobes, la mala fabricación de estos y la carencia de una base adecuada.



Vivienda con muro de adobe sin cimentación adecuada, ni vigas y con una columna sin amarre a los muros (Caspani, Aplao, Arequipa)

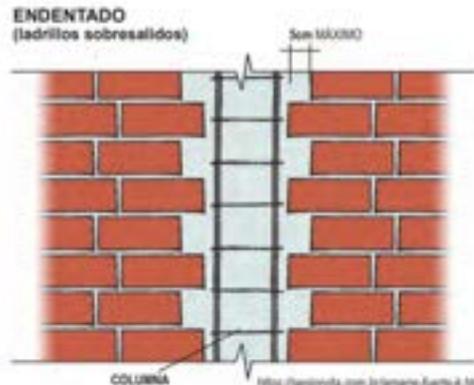


Muro de adobe con falla estructural, en Olga Primitiva, Moquegua

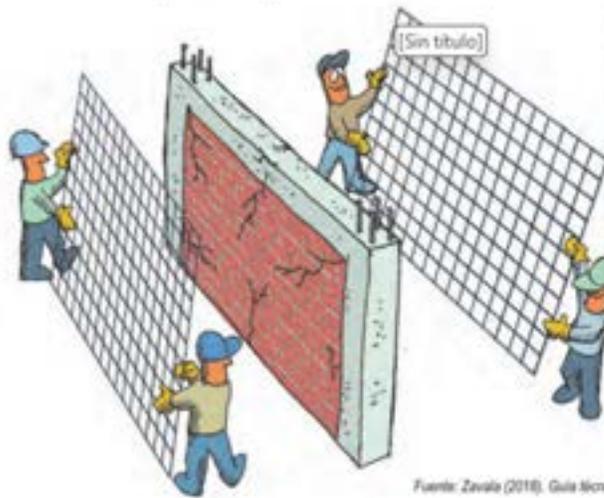
## Recomendaciones

Insertar columnas de concreto armado en los encuentros entre muros. Las columnas deben ser vaciadas asegurando la unión con los ladrillos de cada muro. Los estribos de la columna deben estar espaciados cada 15 cm, y a 50 cm del encuentro con la viga, serán cada 5 cm. (Norma E 050).

Para que el muro resista cargas, sobre todo de un sismo, debe estar confinado por columnas y viga collar. Se puede retardar la falla de muros débiles o fisurados colocando refuerzo de mallas electrosoldadas, debidamente ancladas al muro y cubiertas de concreto (pañeteado)



Reforzar los muros insertando columnas de concreto, generando un endentado en los muros.



Reforzo de muros con malla electrosoldada colocada por ambas caras, ancladas y tarrajeadas (PREDES, 2021).

### 3.1.4. Muros de albañilería sueltos sobre voladizos.

No existen elementos estructurales en los muros. El cruce de ladrillos en las esquinas no es una solución estructural.



Vivienda con muros sueltos en segundo piso (La Deheza, Camaná, Arequipa)



Edificación de 5 pisos, con muros sueltos (El Siglo, Moquegua)

### 3.1.5. Techos sin vigas de refuerzo y/o con muros o elementos sueltos.

En una vivienda de albañilería en crecimiento, los techos suelen ser livianos y frágiles por estar contruidos de manera provisional, sin vigas de anclaje. Al no estar bien contruidos o no estar unidos a los muros, estos techos pueden deslizarse y caer en caso de un sismo, poniendo en riesgo a los habitantes de la vivienda y a los transeúntes.



Edificaciones con parapetos sin estructura y techos sin vigas (Alto Huarangal, Samuel Pastor – Arequipa)



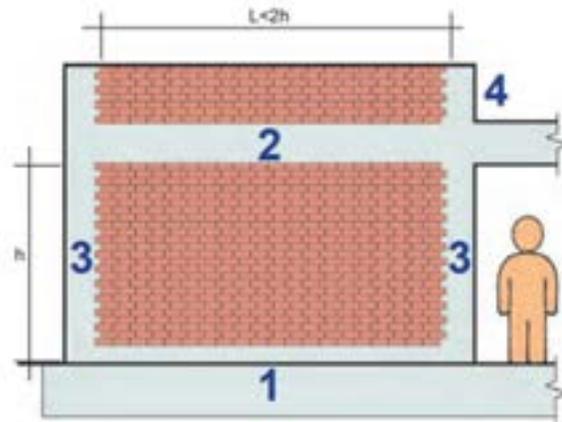
Vivienda con segundo piso sin columnas, vigas y techo frágil (Juan Pablo Vizcardo Y Guzmán – Samuel Pastor, Arequipa)

### Recomendaciones

Al optar por una vivienda de albañilería, los muros deben estar confinados por la cimentación (1), la viga de amarre (2), las columnas (3) y en los parapetos deben colocarse columnetas (4). El largo del muro de albañilería debe ser menor a 2 veces la altura de este. Los aleros deben sujetarse a la normatividad vigente (hasta 0.50 m, a partir de 2.30 m de altura) y no deben obstaculizar el tendido de redes de servicios públicos

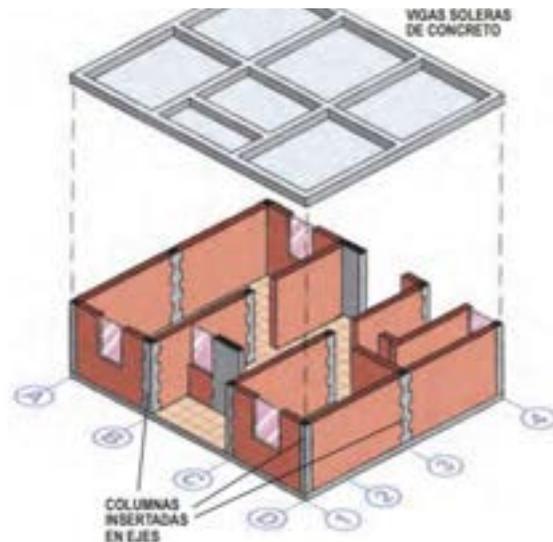
Si un muro de ladrillo ya está construido y debe reforzarse, se pica de manera dentada para la inserción de la nueva columna y su unión con la viga superior, así como con el cimiento o una zapata de concreto nueva.

Antes de ampliar la vivienda a 2 pisos, se debe reforzar el primer piso con columnas en las intersecciones de los muros (lo ideal es colocarlas de acuerdo con la asesoría de un profesional) y luego confinar los muros y unir las columnas con las vigas de concreto



Fuente: Fuente: PREDES 2009

Elementos de confinamiento de muros en vivienda (PREDES, 2023)



Columnas ubicadas en los ejes de la construcción, en la intersección de muros y borde los mismos (PREDES, 2023)

### 3.1.6. Accesos inseguros.

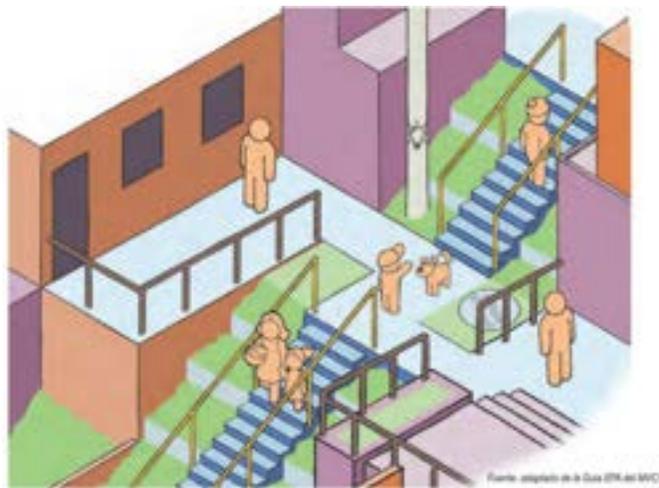
Existen casos en zonas en laderas, donde la accesibilidad a las viviendas es insegura. En caso de un sismo, esta carencia de accesos adecuados a las viviendas evitará la evacuación de las personas a zonas seguras, en especial los niños, ancianos y personas vulnerables.



Vivienda con acceso no habilitado (El Siglo, Moquegua)

### Recomendaciones

Diseñar y construir adecuadamente las escaleras para brindar seguridad a los usuarios. Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre descansos. La dimensión de los descansos deberá tener un mínimo de 0.90 m de longitud. En cada tramo de escalera, los pasos y contrapasos deben ser uniformes, con un mínimo de 0.25 m para los pasos y un máximo de 0.18 m para los contrapasos.



Construcción de escaleras en laderas para los accesos a las viviendas (MVCS, 2021)

### 3.1.7. Escaleras externas inseguras.

Todos los accesos de los pabellones, las gradas, los descansos están erosionadas por la presencia de salitre y humedad, la erosión en la mayoría de los casos ha llegado al acero y este se ha desprendido.



Escaleras en mal estado de conservación en edificaciones de Pacocha, Moquegua

### Recomendaciones

Se necesita una evaluación estructural para cada caso, sin embargo, hay dos opciones: Uno es reforzar la escalera con pies derechos, limpiar los fierros y tarrajear. El segundo es demoler la escalera y colocar una escalera nueva, a la cual se le debe dar mantenimiento.



Escalera de acero segura para acceso y evacuación.  
[https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H217124affbf846d0a1be16d79fd2870fQ.jpg\\_720x720q50.jpg](https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H217124affbf846d0a1be16d79fd2870fQ.jpg_720x720q50.jpg)

# 4 ¿CÓMO CONSTRUIR UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA SEGURA ANTE SISAMOS?

## 4.1. ¿POR QUÉ CONSTRUIR UNA VIVIENDA MÁS SEGURA?

Se proponen cinco razones:

- 1. Tranquilidad:** Al construir una vivienda sismorresistente, la familia y sus bienes están protegidos ante sismos.
- 2. Invierte en el futuro:** Una vivienda sismorresistente asegura la inversión de la familia a largo plazo.
- 3. Reducir los riesgos de la comunidad:** Construir de manera segura significa reducir el riesgo de la familia también y la comunidad a donde pertenece.
- 4. Evita costos adicionales:** Reparar y construir después de un sismo es muy costoso.
- 5. Un legado para las próximas generaciones:** Al construir una vivienda segura, estás dejando un legado a tus hijos y nietos.

Una vivienda sismorresistente es aquella que puede soportar los efectos dañinos de los sismos. Para eso debe cumplir cuatro condiciones (Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor, Cype Perú)



Conocimiento del tipo de suelo



Planos elaborados por profesionales:  
-Planos de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias



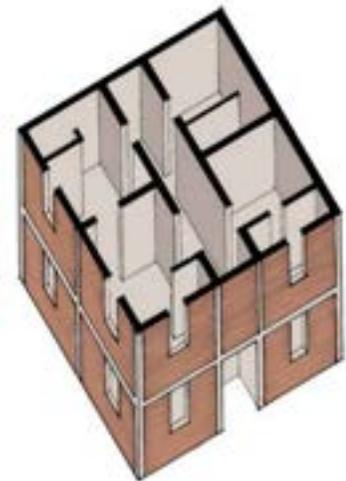
Buenos especialistas, que conozcan el proceso constructivo



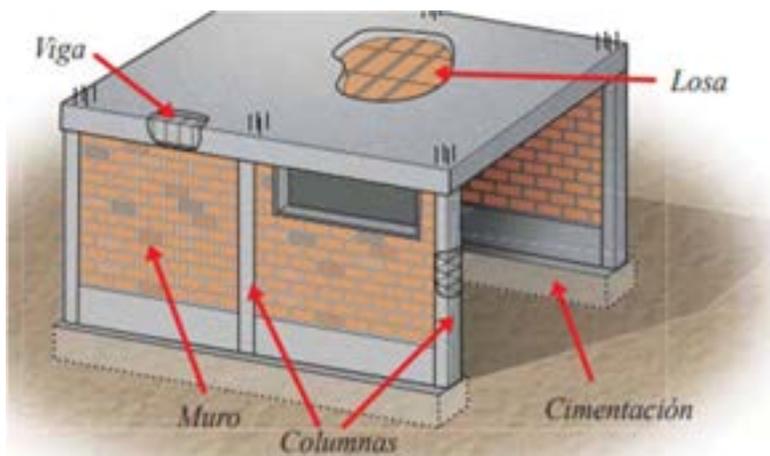
Buenos materiales, que soporten el tiempo

Las viviendas deben tener una cantidad mínima de muros con refuerzo (Norma Técnica NTE-E-70),

Se construye los muros buscando la simetría. Se debe tratar de tener la misma cantidad de muros en las dos direcciones



Forma adecuada con muros en ambas direcciones



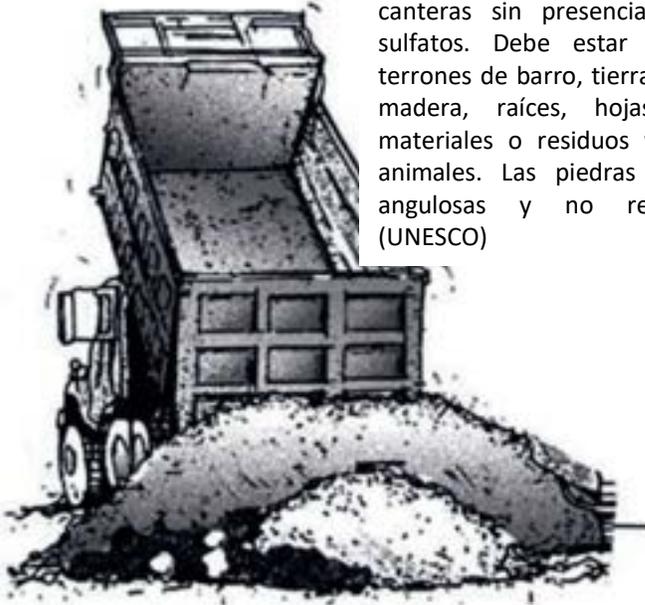
Elementos estructurales de una vivienda de albañilería confinada (Aceros Arequipa, 2021)

## 4.2. PAUTAS PARA UNA CONSTRUCCIÓN SEGURA

### 4.2.1. Selección de materiales

#### AGREGADO (ARENA Y PIEDRAS)

El agregado debe provenir de canteras sin presencia de sal o sulfatos. Debe estar limpia, sin terrones de barro, tierra, astillas de madera, raíces, hojas y otros materiales o residuos vegetales o animales. Las piedras deben ser angulosas y no redondeadas. (UNESCO)

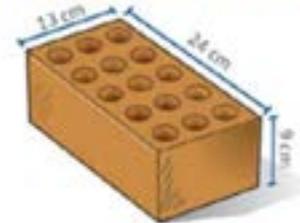


Transporte de agregados (UNESCO, 2023).

#### LADRILLOS (ARCILLA)

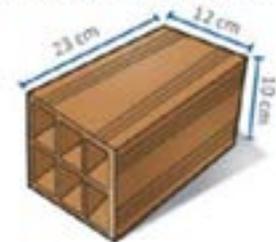
El ladrillo más conocido para la construcción de los muros portantes es el denominado “King Kong 18 huecos” comprados industrialmente.

#### LADRILLO “KING KONG 18 HUECOS” USADO PARA LOS MUROS PORTANTES



Máxima cantidad de huecos: 30%

#### LADRILLO PANDERETA, USADOS PARA LOS MUROS DE TABIQUERÍA



#### CEMENTO

Tipo II: Durabilidad , prevenir reacción química de sulfatos en cimientos y columnas.

Tipo I: En muros, vigas. (Cenapred, UNAM, México)



#### FIERRO CORRUGADO

Miden 9 m de longitud. Estas varillas tienen “corrugas” alrededor y a lo largo de toda la barra que sirven para garantizar su “agarre” al concreto (Aceros Arequipa)



#### Octavos de pulgada

- #3 = 3/8" (0.95 cm)
- #4 = 1/2" (1.27 cm)
- #5 = 5/8" (1.59 cm)
- #6 = 3/4" (1.9 cm)

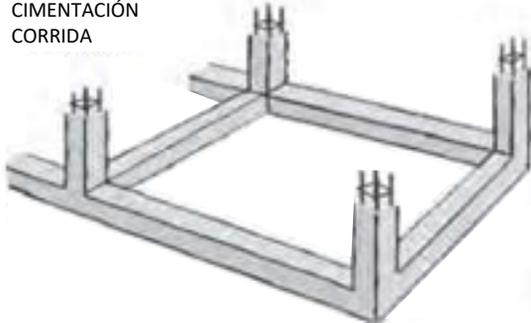
Barras de acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

## 4.2.2. Cimientos adecuados según tipo de suelos - trazado

### SUELO RESISTENTE

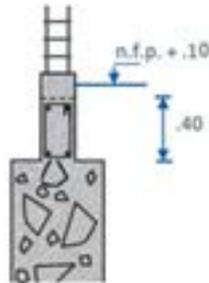
Usar cimentación corridas o zapatas aisladas

CIMENTACIÓN  
CORRIDA

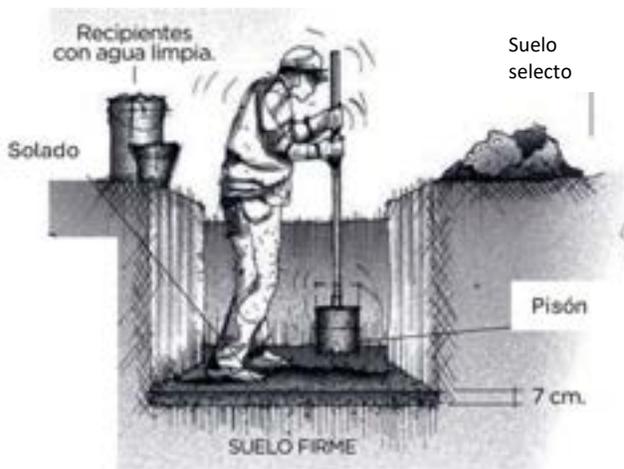


#### Características

Concreto:  $f'c = 175$  Kg/cm<sup>2</sup> (mínimo)  
 Refuerzo en viga de cimentación: 4 fierros de 1/2" con estribos de 6 mm de diámetro: 1 a 0.05 m, 3 @ 0.10 m, y el resto cada 0.25 m



Una buena práctica consiste en la colocación de una capa de material selecto debidamente compactado con un mínimo de 7 cm, como base o solado, que protegerá el cimienzo.

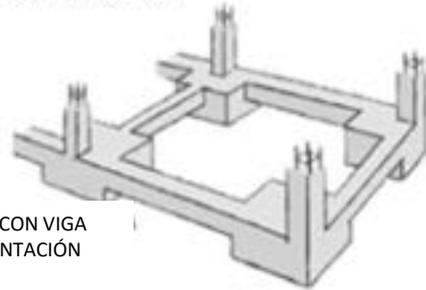


Preparación de solado o subcimiento, para proteger al cimienzo de la humedad (UNESCO 2023).

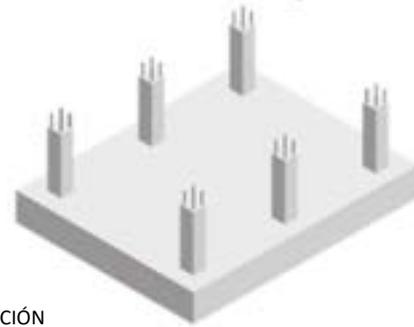
### SUELO POCO RESISTENTE

Usar zapatas y vigas de cimentación o losa armada de cimentación

ZAPATA CON VIGA  
DE CIMENTACIÓN



LOSA DE  
CIMENTACIÓN

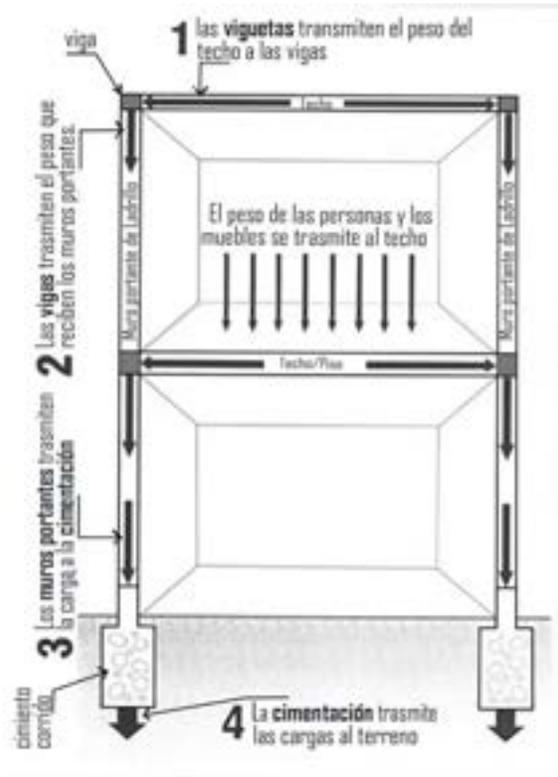


Es muy importante realizar el trazado, esto nos permitirá marcar las dimensiones de los muros en relación con el terreno y colocar los muros a 90° para mayor resistencia al sismo.



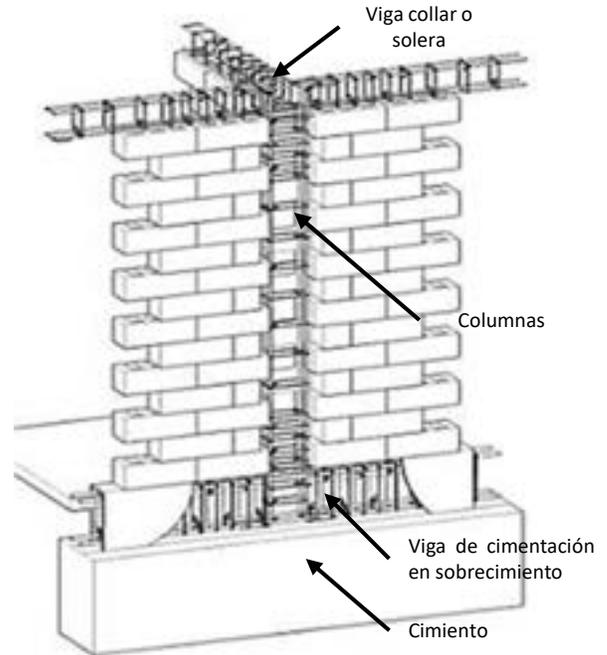
Trazado ortogonal del cimienzo (UNESCO, 2023).

### 4.2.3. Continuidad de elementos estructurales (cimientos, columnas, muros, vigas)



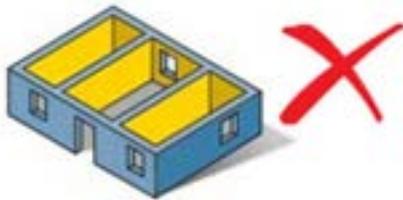
Continuidad de elementos estructurales para sismorresistencia (Fondo Ítalo Peruano).

Los bordes entendados son esenciales para el correcto confinamiento de los muros, lo que contribuye mejorar la resistencia en caso de un sismo. La estructura del muro de mampostería es uniforme y regular.

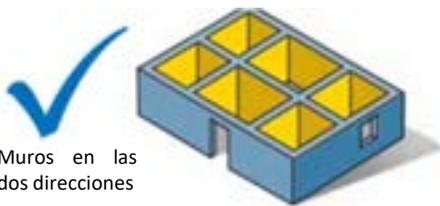


Estructura de albañilería confinada sismorresistente con vigas y columnas de concreto

Se debe construir los muros en las dos direcciones de la edificación, tratando que la cantidad de muros sea la misma. Esto es importante, porque los muros tienen la función de resistir los sismos, que pueden venir en cualquier dirección.



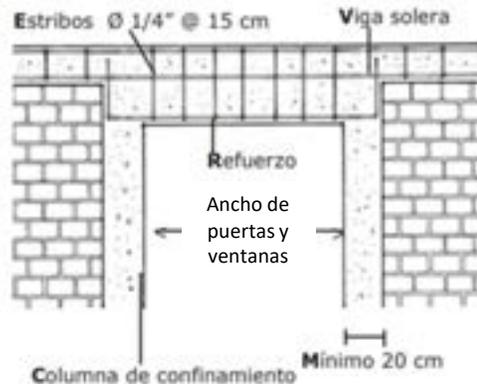
Mayor cantidad de muros en una sola dirección



Muros en las dos direcciones

Distribución adecuada e inadecuada de muros en una vivienda. (Aceros Arequipa).

Viga con mayor peralte en puertas o ventanas y columna de confinamiento



Refuerzo para vigas con mayor peralte en puertas o ventanas

Ancho de puertas y ventanas	Refuerzo
0,80 m a 1,50 m	2 $\varnothing 3/8"$
1,50 m a 2 m	2 $\varnothing 1/2"$

#### 4.2.4. Refuerzo de muros de albañilería.

Debe darse mayor resistencia a los muros de albañilería. Se presentan las siguientes formas. Los muros estarán delimitados en su perímetro por vigas de cimentación, vigas de amarre, columnas y por viguetas de amarre en techos inclinados.

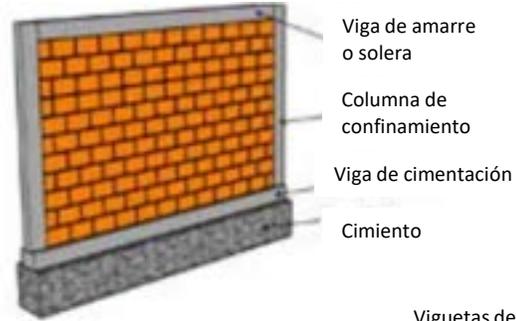
La Norma E-070 dice: “La longitud del diente no debe exceder los 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y de partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna”.



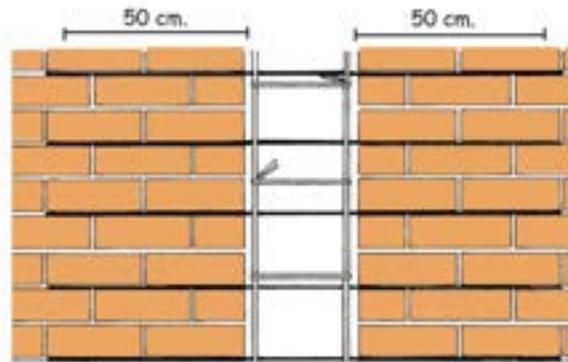
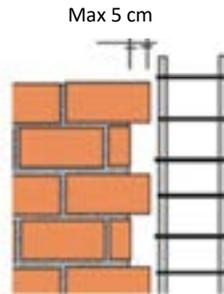
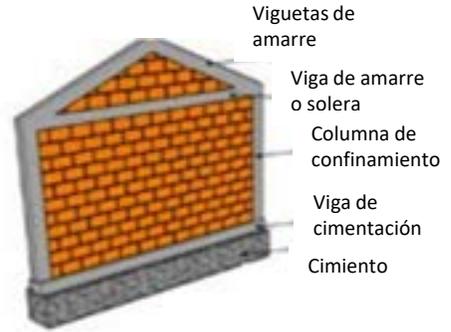
Conexión entre columna de amarre y muros portantes de albañilería (PUCP, SENCICO, 2017)

Si se usan bloquetas artesanales para construir los muros de una vivienda se debe seguir las siguientes recomendaciones:

Verificar la procedencia de las bloquetas (estas tienen poca resistencia si son elaboradas con arena con sal (la arena tiene que lavarse antes de usarse)  
Usar la cantidad adecuada de mortero para unir las bloquetas.  
De usar bloquetas huecas, usar refuerzos verticales de acero corrugado de  $\frac{1}{2}$ ”, anclados al cimiento.



Ubicación de los refuerzos de muros (Universidad Javeriana)



Se coloca 2 fierros de 3/16” o alambre número 8 cada 2 hiladas, si no se deja el muro dentado

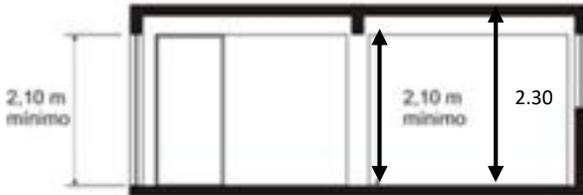


Construcción de muro con unidades de bloquetas huecas, con acero corrugado de refuerzo (Fuente: YouTube)

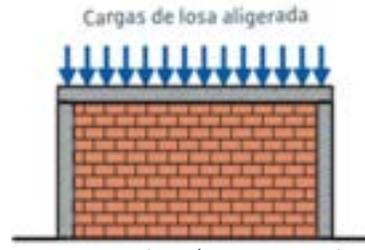
### 4.2.5. Techos y vigas

La altura mínima del piso al cielo raso debe ser de 2.30 m. Las vigas y dinteles deben tener una altura mínima de 2.10 (RNE, Norma A 020 Artículo 24).

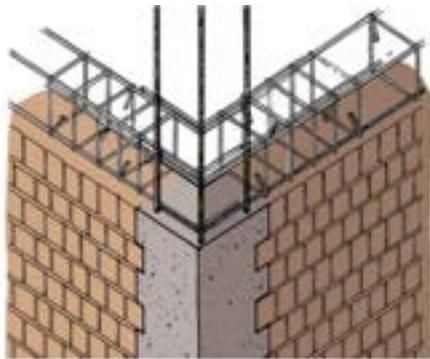
La función de las vigas es transferir las cargas del techo sobre los muros, distribuyéndolas uniformemente



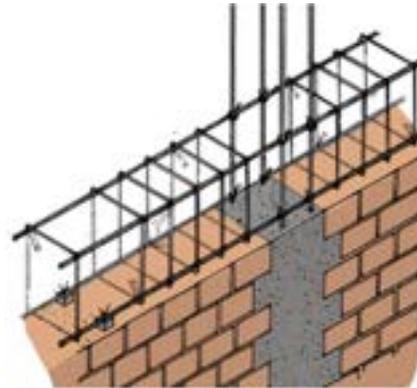
Altura mínima de piso a techo (2.30 m) y de piso a fondo de viga (2.10 m)



Muro portante con viga solera que transmite el peso en toda su longitud



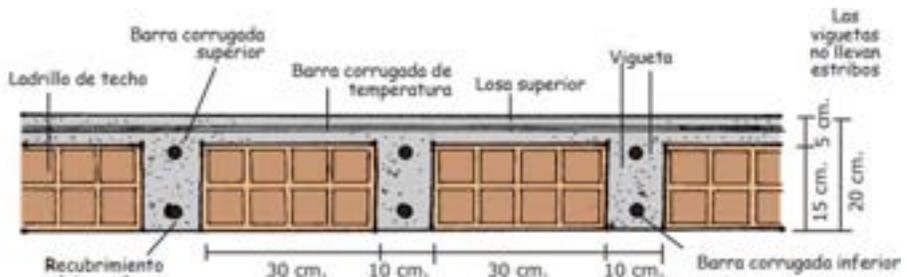
Viga solera en esquina, amarrada a la columna, del ancho del muro y del alto del techo.



Amarre de barras corrugadas de columnas y vigas con alambre #16

#### LOSAS ALIGERADAS

Están conformadas por viguetas, ladrillos, losa y refuerzo. Los ladrillos para techos generalmente miden 0.30 m de ancho por 0.30 m de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los (entre 0.12 m, 0.15 m o 0.20 m.)



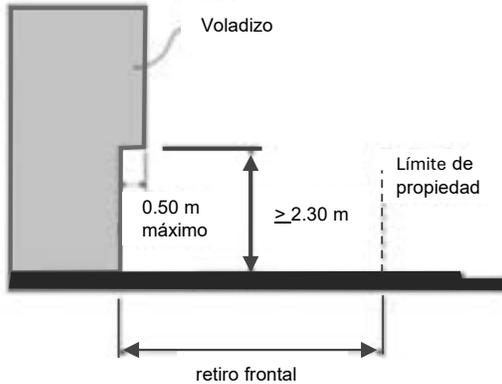
Componentes de un techo de ladrillo aligerado

Proceso de armado de un techo aligerado (Aceros Arequipa, 2010)



### 4.2.6. Voladizos y parapetos.

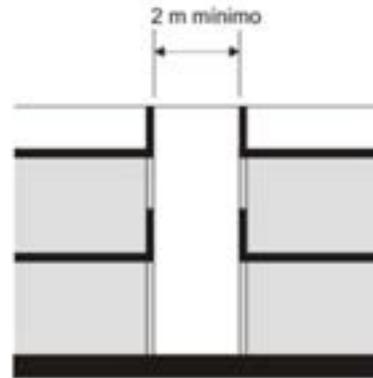
Se puede edificar voladizos sobre el retiro frontal hasta 0.50 m a partir de 2.30 m de altura. Para volados mayores, la edificación se debe retirar más. RNE, Norma A 020 Artículo 15.



Voladizo en retiro de propiedad (Norma A.020)

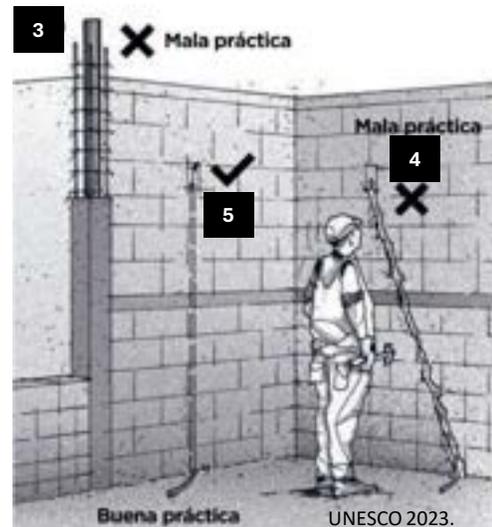
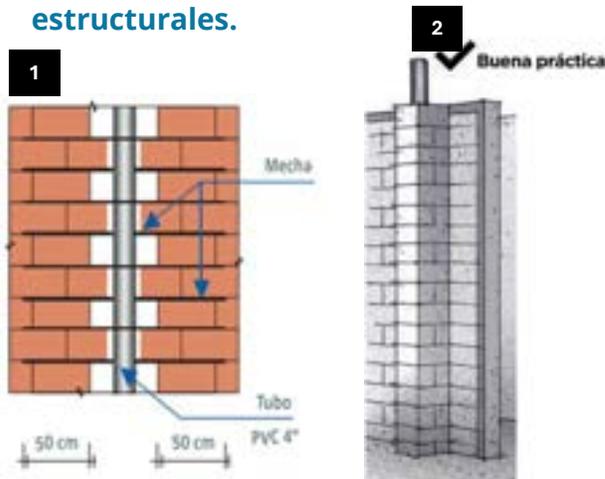
### 4.2.7. Patios, pozos de iluminación y ventilación natural.

Debe dejarse patios y pozos para iluminación y ventilación natural, con una dimensión mínima de 2,00 m por lado. RNE, Norma A 020 Artículo 19.

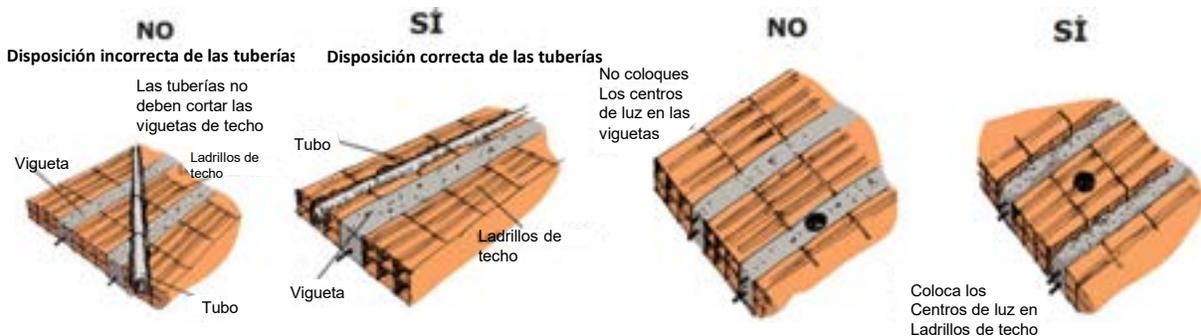


Ancho mínimo de patios o pozos de ventilación (Norma A.020)

### 4.2.8. Colocación de instalaciones sin debilitar los elementos estructurales.



1. Se debe colocar dentro del recorrido en el muro, y luego llenarse con mortero.
2. Puede instalarse tuberías en falsas columnas o ductos de servicio.
3. No instalar tuberías dentro de columnas o vigas, u otro tipo de refuerzo.
4. No deberán romperse paredes en diagonal para colocar tuberías.
5. Las tuberías expuestas deberán quedar debidamente fijadas sobre el enlucido.



Forma correcta e incorrecta de colocar instalaciones en techos aligerados (Siderperu).

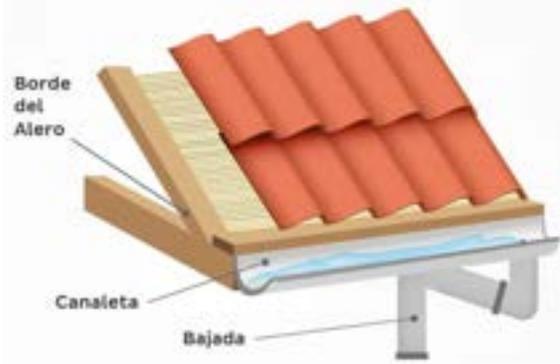
#### 4.2.9. Protección ante el asoleamiento y lluvias fuertes.

El ultimo techo de la vivienda, si es plano, debe contar con un sistema de evacuación de agua de lluvias hasta el suelo o el sistema de desagüe. Debe evitarse el empozamiento del agua de lluvias.

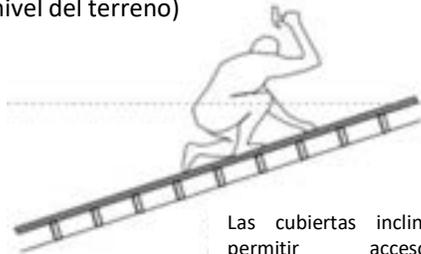
Las cubiertas ligeras colocadas sobre las azoteas deben enviar la filtración del agua hacia el interior de la vivienda, y estar fijadas a la estructura para que resista la acción de los vientos dominantes. Construir aleros de 1.00 m (Al alero debe colocársele igual peso que al resto del techo. Para ello, las vigas del alero deben ser resistentes a los vientos fuertes. Debe tener canaletas ubicadas en el borde inferior del alero., para recoger el agua de lluvia del techo y conducirla hacia las bajadas, que son las encargadas de llevar el agua hasta el nivel del terreno)



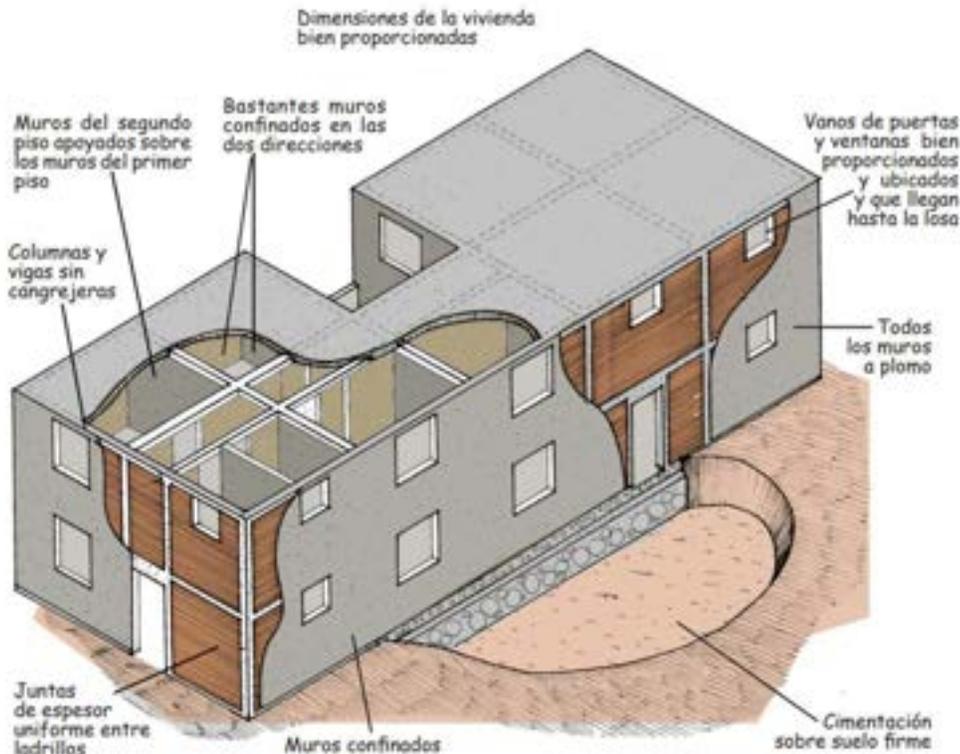
Esquema de evacuación de agua de lluvias en el techo (RNE, Norma A 020 Artículo 23)



Sistema de drenaje de techos inclinados. (Aceros Arequipa s.f.)



Las cubiertas inclinadas deben permitir acceso para mantenimiento (RNE, Norma A 020 Artículo 23)



Características de una vivienda segura. (PUCP, SENCICO 2027)

### 4.3. PAUTAS PARA EL CRECIMIENTO PROGRESIVO DE LA VIVIENDA

La vivienda progresiva es aquella vivienda que puede variar su superficie útil inicial incrementándola o reduciéndola en función de las necesidades de los residentes a lo largo del tiempo (Juárez 2020). Las pautas son:



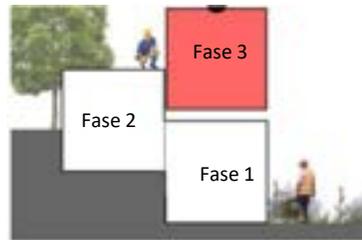
Las familias necesitan conocer la secuencia de construcción correcta para construir y que optimicen su inversión.



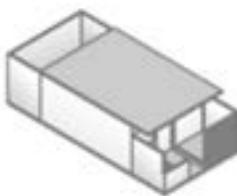
Los trabajadores de la construcción pueden convencer a las familias de construir en la secuencia correcta

La vivienda progresiva constituye un instrumento complementario efectivo de política habitacional. Pero para realizar su pleno potencial, debe obedecer a tres principios.

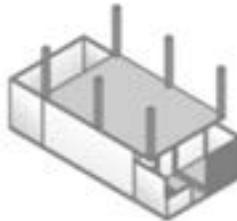
Estar acompañadas de crédito para la adquisición de materiales, para dar condiciones a los residentes de completarlas; Las ampliaciones deben tener un seguimiento técnico, para asegurar adecuada calidad de su construcción.



Vaca, 2017. Modelo de vivienda Progresiva sostenible.



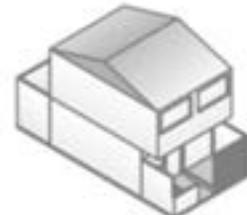
Fase 1: Vivienda provisional de un piso



Fase 2: Vivienda consolidada en primer piso y columnas en piso 2.



Fase 3: Construcción del segundo piso de manera provisional.



Fase 4: Consolidación del segundo piso (ladrillo y concreto)

Etapas del crecimiento progresivo de las viviendas en la zona periurbana

### 4.4. NORMATIVA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS DE UNA VIVIENDA



Para poder efectuar la construcción de una edificación arquitectónica deben ser elaborados los siguientes planos no hacerlo pone en alto riesgo la vivienda y sus componentes (Norma GE.020 del RNE)

Artículo 6.- El anteproyecto de arquitectura para edificación debe contener la siguiente información:

- a) Plano de ubicación;
- b) Planos de distribución por niveles.
- c) Planos de elevaciones
- d) Planos de cortes por los elementos de circulación vertical

Artículo 7.- El proyecto de arquitectura para edificación debe contener la siguiente información:

- a) Plano de localización y ubicación;
- b) Planos de distribución por niveles;
- c) Planos de elevaciones;
- d) Planos de cortes por los elementos de circulación vertical;
- e) Planos de detalles constructivos;
- f) Planos de seguridad;

Además, se tiene planos de estructuras, (artículo 12); instalaciones sanitarias (artículo 13), instalaciones eléctricas (artículo 14)

## 4.5. RECOMENDACIONES PARA CONSTRUIR VIVIENDAS DE ADOBE

En Arequipa y Moquegua, así como en otros lugares del Perú, se construye con la técnica del adobe.

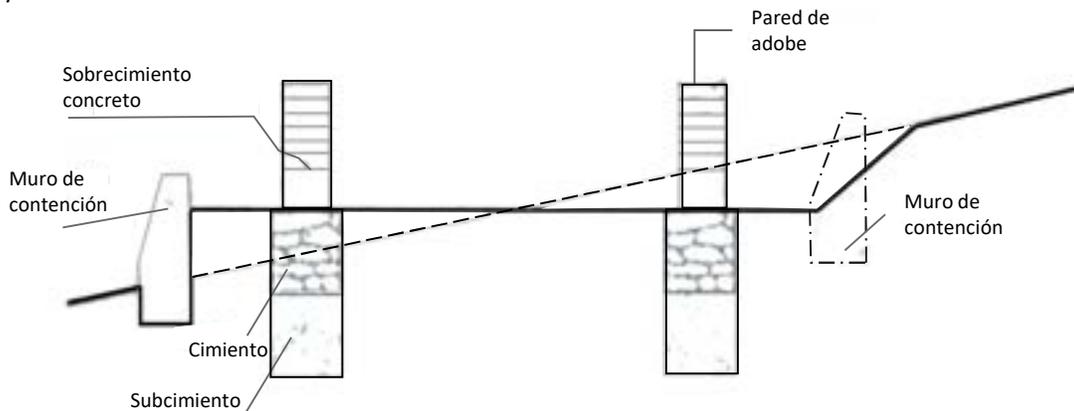
Una vivienda de adobe, al ser más rígida que una vivienda de albañilería confinada, es más débil ante sismos. Si es reforzada con malla resistirá un poco más y dará tiempo a los ocupantes para evacuar y salvar la vida.

Se recomienda construir viviendas de un piso, con habitaciones cuadradas de mediano tamaño y con un tamaño moderado de vanos, para hacerla más estable y resistente a sismos

### CLAVE 1 Terreno adecuado

Terreno ubicado en zonas seguras, con buen suelo. No construir en zonas de terrazas inestables, con gran pendiente, en cauces de ríos o quebradas, o expuesto a caída de rocas.

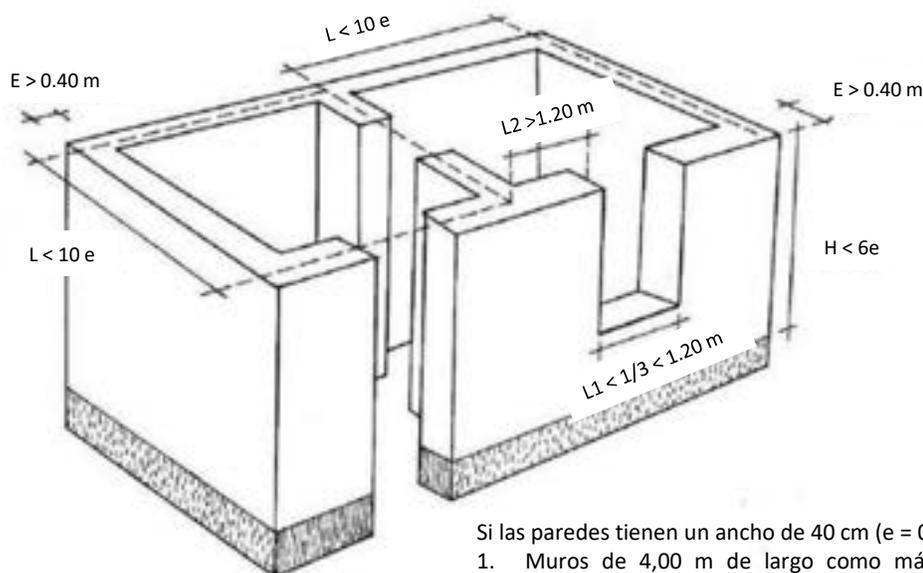
El terreno debe nivelarse en una plataforma donde predomine el suelo de corte sobre el de relleno.



Plataforma y cimientos en un terreno en pendiente. PREDES (2002).

### CLAVE 2 Distribución de muros y dimensiones

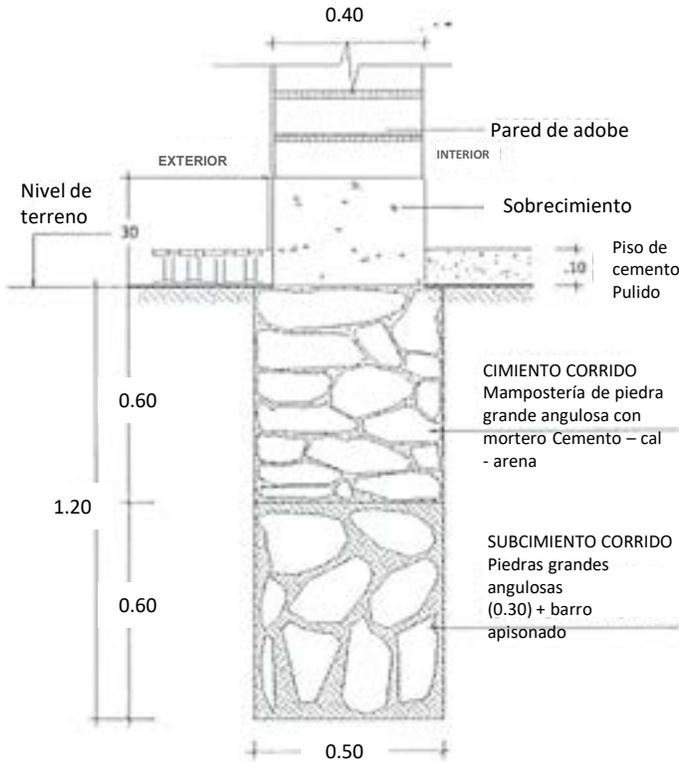
La distribución de paredes es regular para que la casa sea fuerte por todos sus lados. Una casa sismorresistente sigue las siguientes recomendaciones:



Si las paredes tienen un ancho de 40 cm ( $e = 0,40\text{ m}$ ), se tendrá:

1. Muros de 4,00 m de largo como máximo (entre muros transversales).
2. Altura máxima de paredes igual a 2,40 m.
3. Ventanas y puertas centradas de 1,20 m de ancho como máximo

## CLAVE 2 Cimiento y sobrecimiento



Detalle de cimiento de viviendas de adobe (PREDES, 2002)

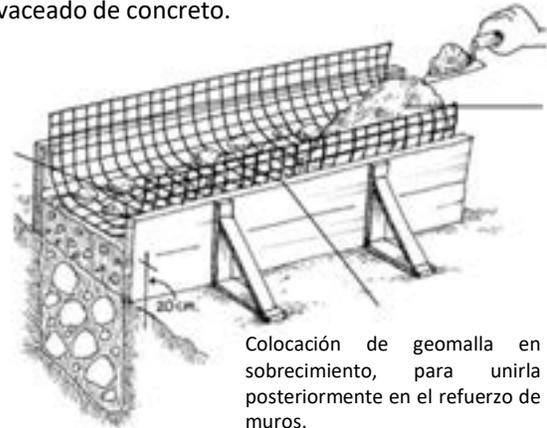
Realizar el trazado y cavar las zanjas. Estas tendrán aproximadamente 0.50 m de ancho en suelos firmes, y serán más anchos en suelos blandos. Su profundidad será de 0.60 m como mínimo.

En suelos sueltos o salitrosos se excavará aproximadamente 1.20m y se colocará un solado de material de préstamo y concreto pobre para proteger el cimiento y que sirva de base estable.

La cimentación es de piedra grande angulosa en un 80%, y mortero de cemento, cal y hormigón. El sobrecimiento es de concreto, con un ancho de 0.40m y 0.30 m de altura mínima.

En el sistema tradicional se colocan cañas verticales en la cimentación para que sirvan de refuerzo a los muros.

En el sistema de refuerzo con geomalla, se coloca la geomalla en el sobrecimiento y se continua el vaciado de concreto.



Colocación de geomalla en sobrecimiento, para unirla posteriormente en el refuerzo de muros.

## CLAVE 3 Muros de adobe de calidad

El adobe se fabrica con tierra arcillosa limpia, con un balance apropiado de arena y arcilla. Una manera de probar este balance es formar con el barro un rollito entre 10 a 15 cm de largo, sino se rompe el barro es adecuado.

La tierra seleccionada debe tamizarse o zarandearse en una malla de ½ pulgada, y agregarse goma de penca, paja u otro aglutinante, de acuerdo con la zona.

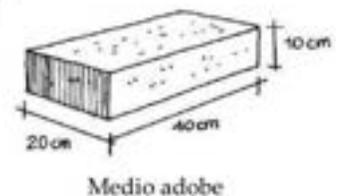
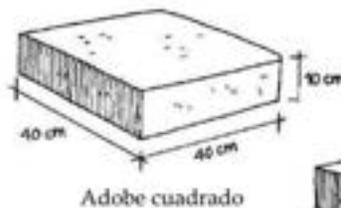
El adobe, de acuerdo con la norma peruana, debe ser de 0.40 m x 0.40 m y 0.10 m de altura. Se moldean en adobes enteros y medios adobes. Los adobes se ponen a secar en un terreno plano y seco.

Las paredes se levantan sobre el sobrecimiento, sea con contrafuerte o mochetas; o con conectores y refuerzo de geomalla en las esquinas.

Deben tener refuerzos de caña de manera horizontal y vertical.



Limpieza de área y arcilla, haciendo pruebas de consistencia de muestras en forma de barra.

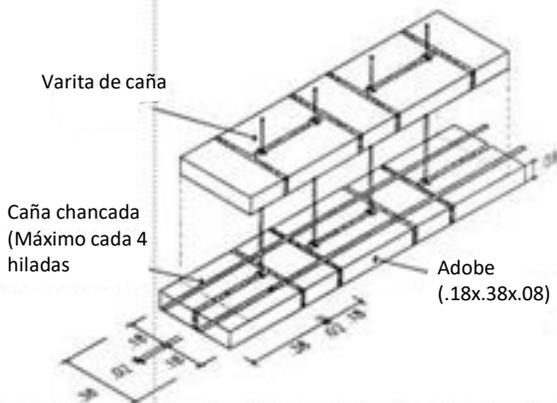


Tipos de adobe usados de acuerdo con el RNE.

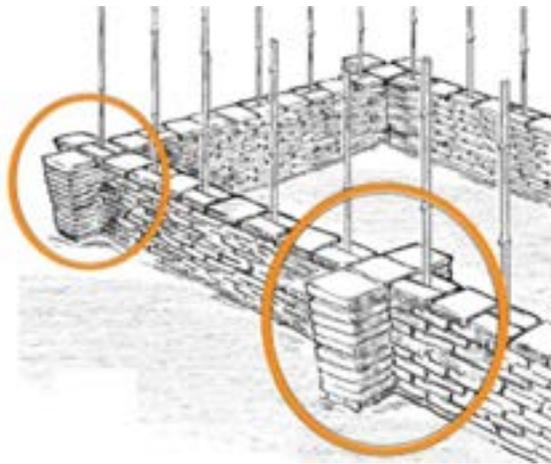
En los muros con refuerzo de geomalla en las esquinas, debe colocarse conectores de alambre galvanizado N° 8 de 0.75m, cada 4 hileras, que atraviesan la pared y se amarran a la geomalla. También se pueden fijar mediante cuerdas de rafia, soguillas de plástico o de nylon que se colocan durante la construcción de los muros.



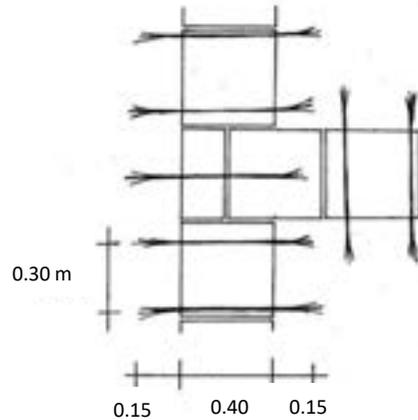
Muro reforzado con caña vertical y horizontal (Norma E80 Adobe)



Refuerzos horizontales y verticales de caña en las paredes de adobe

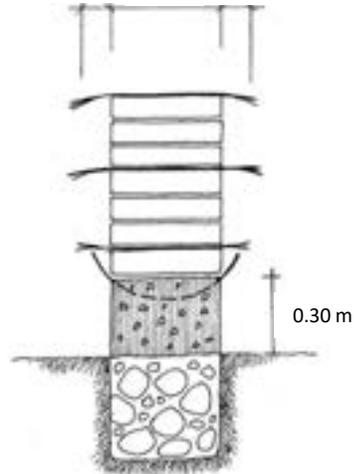


Los contrafuertes o mochetas son refuerzos verticales hechos con los mismos adobes en los encuentros de muros. Deben colocarse a distancias menores o iguales a los 3 m.



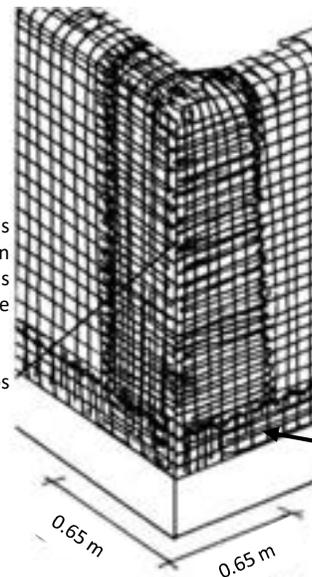
Planta de ubicación de conectores en intersección de muros

0.15 0.40 0.15



Corte de muro de adobe con la geomalla de sobrecimiento y los conectores cada 3 hiladas

Las geomallas se traslapan 0.65m en las esquinas, y se amarra fuertemente con los conectores



Las geomallas de las paredes se traslapan y amarran con las geomallas del sobrecimiento.

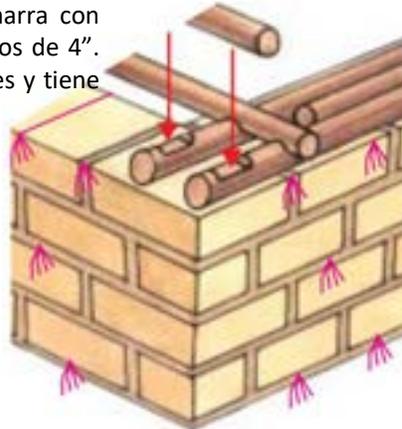
Colocación de cuerdas o conectores en paredes PREDES (2002), Construyendo con adobe una casa resistente.

## CLAVE 4 Viga solera y dinteles de madera en vanos

La viga collar amarra las paredes de la casa para que trabajen juntas durante un terremoto. Está hecha con troncos o caña Guayaquil de 4" (10 cm) de diámetro y tiene forma de escalera. Se amarra con alambre # 16 y se fijan con clavos de 4". Se coloca sobre todas las paredes y tiene 40 cm de ancho.

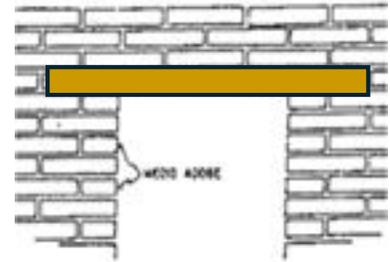


Detalle de unión de maderas de la viga solera



Detalle de viga solera encima de muro

Los vanos para puertas y ventanas no deben ser muy anchos, de preferencia deben tener 0.90 m, y deben colocarse en el centro del muro.

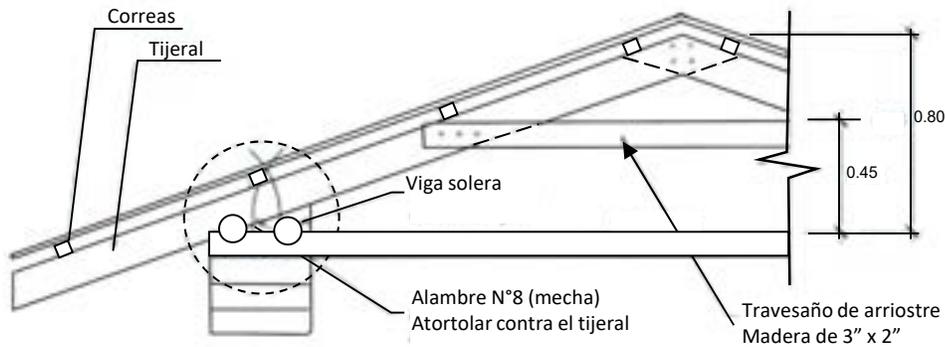


Detalle de dintel en vano de puerta

## CLAVE 5 Techo estable y anclado a la viga solera

Se recomienda construir un techo inclinado de 1 o 2 aguas, para lo cual los muros laterales deben tener tímpanos.

El techo se organiza por tijerales cada 1.20 m, con vigas y travesaños de madera, unidos con tirafones. La cobertura puede ser de plancha ondulada de diversos materiales.



Estructura de techo, detalle de tijeral ((PREDES, 2002).

### Otros puntos:

Las puertas y ventanas deben colocarse para que encaje perfectamente y no se filtre el viento o el agua.

Se deben tarrajear las paredes para protegerla del clima, los insectos y el uso diario.

Se debe colocar un piso interno de concreto de 1 de cemento por 2 de arena, con bruñas cada 1.5 m. Debe colocarse de preferencia sobre un falso piso de 0.15 m de altura, con piedra y material de préstamo compactado.

En la parte externa debe colocarse una vereda de protección ante la humedad.



Vereda de mezcla de concreto sobre cama de piedras medianas de 4" (10 cm) con una pequeña inclinación hacia afuera de la vivienda

# 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa (s.f). Construyendo con Juan Seguro.
- Aceros Arequipa (2022). Manual de Construcción para Maestros de Obra
- Centro Nacional de Prevención de Desastres – CENAPRED (2021). Guía básica para la autoconstrucción de vivienda segura. Gobierno de México.
- Fondo Italo Peruano, Manual de Albañilería – Construyendo tu casa
- Hábitat para la Humanidad, 2019. Construcción progresiva como sistema. Una mirada al mercado de la vivienda.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS, Normas Técnicas: E-030, E-060, E-070, G-040, GE.020 y A- 120
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2017). Norma E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Resolución ministerial N° 121-2017-Vivienda.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2021). Guía de acondicionamiento de espacios públicos abiertos en el marco del Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia de la COVID-19
- Pontificia Universidad Javeriana Bogotá (2013). Cartilla de autoconstrucción para vivienda de uno y dos pisos.
- PREDES, USAID. (2023) Guía Práctica para reforzar viviendas en Laderas. Proyectos Lima Norte y Lima Sur.
- PREDES (2002). Construyendo con adobe una casa resistente. Con apoyo de la Oficina de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO) y el Movimiento por la Paz (MPDL).
- PUCP, SENCICO (2017). Construcción antisísmica de viviendas de ladrillo Para albañiles y maestros de obra.
- UNESCO (2023). Construcción resistente. Guía para la supervisión de construcciones de pequeña escala.
- Universidad Javeriana, Cartilla de autoconstrucción - Colombia
- Vaca Ramirez, A.D. (2017). Modelo de vivienda progresiva sostenible para comunidades urbanas en La Vega – Cundinamarca. Universidad Piloto de Colombia.
- Sabir Z., Alam A., Khushnood R., Ahmad S. (2011). Earthquake resistant confined masonry structure with concrete beams and columns. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (ICEES 2011), NUST, Islamabad, Pakistan.

# 6 GLOSARIO

**Accesibilidad:** Condición de acceso que presta la infraestructura urbanística y edificatoria para facilitar la movilidad y el desplazamiento autónomo de las personas, en condiciones de seguridad.

**Accesibilidad Universal:** Condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible.

**Adobe.** Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad.

**Alero:** Parte del techo que sobresale de un muro o elemento de soporte.

**Albañilería confinada:** Muro de ladrillo con columnas en ambos lados, sobrecimiento en la parte baja y una viga solera en la parte superior. Columnas y vigas deben ser de concreto armado.

**Asentamiento diferencial:** Pérdida de horizontalidad de la cimentación por la baja capacidad del suelo, generando daños estructurales visualizados como agrietamientos.

**Columna:** Elemento estructural vertical de sección circular o rectangular que sirve para sostener el peso de la estructura y las acciones sísmicas horizontales.

**Columneta o columna de confinamiento:** Elemento anclado en otro elemento de concreto (losa de techo) que trabaja de manera conjunta con los muros o parapetos de la edificación.

**Cimentación:** Elemento que transmite al suelo las cargas de la estructura.

**Construcción:** Acción que comprende la ejecución de obras de habilitación urbana, de edificación, y de ingeniería. Dentro de estas actividades se incluye la instalación de sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación y/u obra de ingeniería.

**Densidad de muros:** Resultado de dividir el área de todos los muros en la dirección débil de la vivienda, entre el área construida, por encima del nivel que se analiza. Se evalúa el número obtenido y se determina si los muros resistirán la fuerza sísmica.

**Dintel:** Refuerzo de concreto, sobre el vano de una puerta o ventana.

**Edificación:** Obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella.

**Escalera:** Elemento de la edificación con gradas, que permite la circulación de las personas entre los diferentes niveles. Sus dimensiones se establecen sobre la base del flujo de personas que transitarán por ella y el traslado del mobiliario.

**Espacio público:** Área libre de edificaciones que permite articular áreas urbanas para la movilidad, la integración e interacción social y recreación, el tendido de redes de servicios y la mejora ambiental (MVCS, 2021).

**Grieta:** Separación o rajadura mayor a 2 mm, que compromete a todo el elemento estructural. Se produce por un sobreesfuerzo del material más allá de su límite de resistencia. Requiere hallar la causa de la falla.

**Ladrillo tubular o pandereta:** Tipo de ladrillo no apropiado para la construcción de los muros portantes por su poca resistencia y fragilidad.

**Muro de contención:** Estructura rígida, destinada a contener los empujes de algún material, masas de tierra u otros materiales sueltos, cumple la función de cerramiento.

**Muros confinados:** Muros cuyos bordes están unidos a elementos de concreto (vigas y columnas) que confinan a las unidades o bloques que forman el muro.

**Muro de concreto armado:** Es una estructura de contención cimentada sobre suelo consistente, capaz de contrarrestar, no solo el empuje del relleno, sino, además, el efecto de volteo (flexión), gracias a las varillas de acero en su interior.

**Muro de concreto ciclópeo:** Estructura de contención que funciona por gravedad, gracias a su considerable volumen. Debe resistir el empuje del relleno y las cargas sobre éste, cimentado en un suelo que lo soporte. Se confecciona con cemento, arena gruesa, piedra chancada (hormigón) y piedra grande (aprox. 30 cm, que no exceda el 30% del volumen del muro).

**Muros portantes:** Elementos que soportan el peso de todas las cargas sobre éstos, por lo que se consideran elementos estructurales.

**Parapetos:** Muros no estructurales de mediana altura generalmente utilizados como baranda de balcones o cerco de azoteas.

**Pirca:** (Palabra de origen quechua). Muro seco de piedras calzadas, de poca altura, usado actualmente de manera deficiente como elemento de contención de taludes. Es una técnica de mampostería, sin material cementante, que basa su estabilidad en la traba entre bloques, gracias al canteado de cada elemento.

**Reforzamiento estructural:** Obra que se ejecuta con la finalidad de incrementar o restituir la capacidad de carga en un edificio preexistente; estas cargas pueden ser de gravedad y/o de sismos y/o de viento.

**Resistencia:** Capacidad de soporte de un elemento estructural o material.

**Retiro:** Distancia que existe entre el límite de propiedad y el límite de edificación que se establece de manera paralela al lindero que le sirve de referencia.

**Tabique:** Pared o muro no estructural de poco espesor, empleado para dividir las habitaciones de un edificio.

**Vía pública:** Espacio destinado al tránsito de vehículos y personas.

**Viga:** Elemento horizontal, que soporta cargas trabajando en flexión.

**Viga de amarre o solera.** Componente estructural de uso obligatorio, que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal.

**Vivienda:** Edificación independiente o parte de una edificación multifamiliar, compuesta por ambientes para el uso de una o varias personas, capa dormir, comer, cocinar e higiene. El estacionamiento de vehículos, cuando existe, forma parte de la vivienda.

Voladizo

**Zapata:** Tipo de cimentación de una columna, bajo el nivel del terreno. Puede ser empleada en suelos homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas, porque distribuye uniformemente las cargas de la columna.

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](http://www.predes.org.pe)