



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y NORMALIZACION DE LA VIVIENDA
DE PERU

CONSTRUCCIONES EN ADOBE DISPOSICIONES ESPECIALES PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE

NTE E.080 ADOBE

1. ALCANCE

La norma comprende lo referente al adobe como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño de ésta.

El objetivo del diseño de construcciones de adobe es proyectar edificaciones que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso de las mismas.

No se contemplan las soluciones especiales que consisten en la combinación del adobe con otros materiales conformando estructuras aporricadas.

Los proyectos que se elaboren con bases y alcances distintas a las consideradas en estas normas, deberán estar respaldadas con un estudio técnico.

2. REQUISITOS GENERALES

- 2.1. El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos estructurales que se señalan en la presente norma.
- 2.2. Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.
- 2.3. Las dimensiones y requisitos que se estipulan en los párrafos siguientes tienen únicamente el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del estudio y cálculo correspondientes que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse en el diseño, de acuerdo con la función de los elementos y de la construcción.
- 2.4. Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso con una altura máxima de muros de 3,00 m entre piso y viga solera, pudiendo éstos llegar hasta 4,00 m en la parte más alta de los tímpanos, los que deberán ser adecuadamente arriostrados (Fig. 1).
- 2.5. No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos y en suelos cohesivos medianos o blandos (suelos III de las Normas Básicas de Diseño Sismorresistente), o cuando la capacidad portante del suelo sea menor de 1,5 kg/cm².
- 2.6. Independientemente de los criterios que se utilicen para dimensionar los elementos de una construcción, se deberá adicionalmente estudiar la colocación de refuerzos y/o arriostramientos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

Tímpano adecuadamente
arriostrado

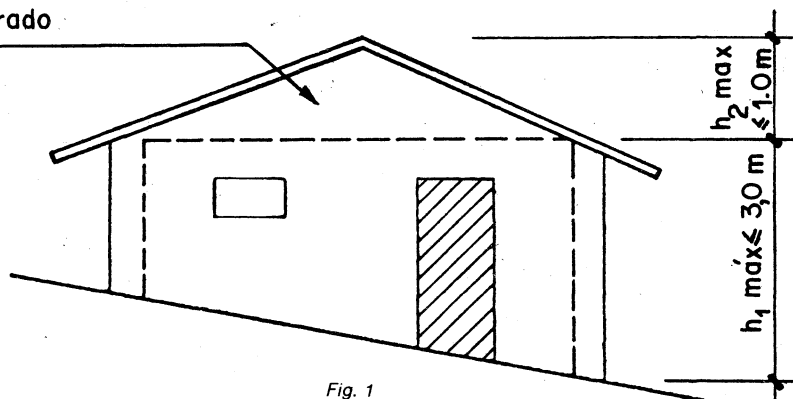


Fig. 1

3. DEFINICIONES

3.1. Adobe

Bloque macizo hecho con barro sin cocer y eventualmente un componente como paja, ichu, etc.

3.2. Adobe Estabilizado

Adobe en el que se han incorporado otros materiales (asfalto RC-250, goma de tuna, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad.

3.3. Mortero

Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o barro con paja y otros componentes, como asfalto, cemento, cal, arena gruesa, etc.

3.4. Altura Libre de Muro

Es la distancia vertical entre elementos de arriostre horizontales.

3.5. Muro Arriostrado

Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

3.6. Extremo Libre de Muro

Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

3.7. Vigas Soleras

Son elementos que conecta a los techos con los muros y, adecuadamente diseñados, actúan como elementos de arriostre horizontal (Sección 7.4). Su uso es obligatorio.

3.8. Arriostre

Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de un muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

3.9. Contrafuerte

Es un arriostre vertical construido con ese único fin.

4. ESTRUCTURAS

4.1. Principios Básicos de Estructuración

4.1.1. Usualmente la falla de estructuras de adobe debida a sismos es frágil. El mecanismo más común es el vaciamiento de los muros a causa de la pérdida de estabilidad lateral que ocurre cuando falla o se destruye el amarre de las esquinas y encuentros, lo que puede conducir a un colapso progresivo.

4.1.2. Las construcciones de adobe deben ser compactas, con suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos colaborantes (portando el peso del techo), cuya planta tienda a ser simétrica preferentemente cuadrada, con vanos pequeños y centrados al medio de las paredes. La distribución arquitectónica debe obedecer a este esquema.

4.1.3. Se definirá obligatoriamente un sistema que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.

4.2. El conjunto estructural de las construcciones de adobe estará compuesta de:

- a) Cimentación.
- b) Muros.
- c) Elementos de arriostre horizontal.
- d) Elementos de arriostre vertical.
- e) Techo.
- f) Refuerzos.

5. CIMENTACION

La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 40 cm.

Los cimientos para los muros deberán ser de concreto ciclópeo o mampostería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II (Sección 10.3).

El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o mampostería de piedra asentada con mortero Tipo I (Sección 10.2), y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo (Fig. 2).

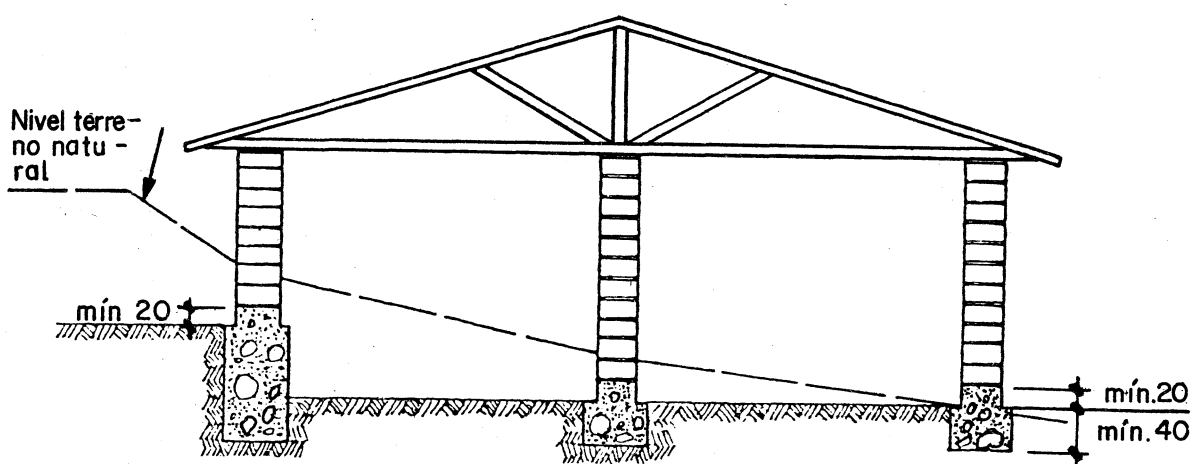


Fig. 2.-El Nivel del piso debe obtenerse realizando cortes en el terreno natural y no relleno.

6. MUROS

- 6.1. Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá definiendo sus dimensiones, utilizando arriostres o refuerzos. En el caso de usarse refuerzos de cualquier tipo para garantizar la estabilidad de un muro, se deberá demostrar técnicamente la factibilidad del sistema utilizado.
- 6.2. Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización. Deberá verificarse la calidad y la resistencia a la compresión del adobe, usando ensayos de campo y/o de gabinete.
- 6.3. El espesor de los muros será función de la altura libre de los mismos y de la distancia entre los elementos de arriostre vertical.

La distancia máxima entre los elementos de arriostre vertical será la menor de las siguientes expresiones:

$$l \text{ máx.} = \frac{64 e_m^2}{h_1} \text{ ó } 10 e_m$$

donde:

e_m = espesor del muro arriostrado (Fig. 3)

h_1 = altura libre del muro (Fig. 1).

Para facilitar este cálculo se presenta la Tabla 1.

Tabla 1

Valores de 1 máx.

$e_m \backslash h_1$	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00
0,30	2,50	2,40	2,30	2,20	2,10	2,00	2,00	1,90
0,35	3,40	3,20	3,10	3,00	2,90	2,80	2,70	2,60
0,40	4,00	4,00	4,00	3,90	3,80	3,60	3,50	3,40
0,45	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,40	4,30
0,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

6.4. En general los vanos deberán estar centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas deberá ser considerado como borde libre.

La longitud entre el borde libre de un muro y el elemento vertical de arrioste más próximo no excederá de cuatro (4) veces el espesor del muro.

La distancia mínima entre bordes libres o entre borde libre y el elemento de arrioste vertical más próximo será de 0,80 m.

6.5. Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material estable y que sea compatible con el material del muro, según lo especificado en la Sección 9.

6.6. Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en la Sección 11.

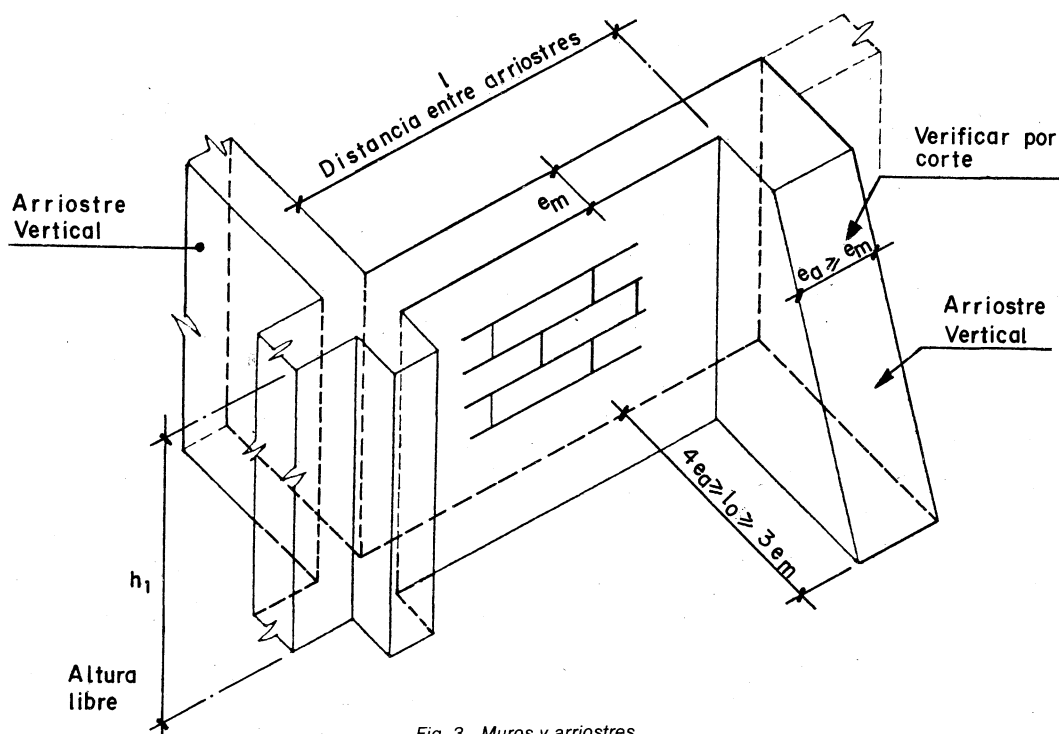


Fig. 3.-Muros y arriostres.

7. ELEMENTOS DE ARRIOSTRE

- 7.1. Para que un muro se considere arriostrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.
- 7.2. Los elementos verticales de arriostre tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir las fuerzas cortantes a la cimentación.
Cuando el arriostre vertical está constituido por un muro o contrafuerte, su longitud en la base no será menor que tres (3) veces el espesor del muro (Fig. 3).
- 7.3. Se considera arriostre horizontal al elemento o conjunto de elementos que posean una rigidez suficiente en el plano horizontal como para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros. Estos elementos se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerándose a éste como losa, sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.
- 7.4. Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

8. TECHOS

- 8.1. Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros y fijados adecuadamente a éstos a través de la viga solera.
- 8.2. Los techos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales.
- 8.3. En general, los techos livianos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros.
La distribución de las fuerzas de sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de la masa de muros transversales y la del techo.
- 8.4. En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral del mismo.
- 8.5. En las construcciones de adobe es especialmente importante estudiar las pendientes de los techos y la longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

9. REFUERZOS

- 9.1. Para todo tipo de edificaciones de adobe, es obligatorio:
 - a) El uso de vigas soleras.
 - b) La colocación de refuerzos interiores en los muros.
 - c) Que los refuerzos garanticen la conexión de los muros en encuentros y esquinas (para evitar la separación y desplome de los mismos).
- 9.2. Se cuidarán especialmente los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.
- 9.3. Los materiales utilizados como refuerzo serán:
 - 9.3.1. Caña o similares, en tiras, colocadas horizontalmente cada cierto número de juntas (máximo cada 4 hiladas) en todos los muros unidas entre sí mediante amarres adecuados en los encuentros y esquinas.
Se reforzará la junta que coincide con el nivel superior e inferior de todos los vanos. Deberán coincidir los niveles superiores de los vanos (puertas y ventanas).

Adicionalmente se colocarán cañas o elementos de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre unidades de adobe (Fig. 4), o en alveolos de mínimo de 5 cm de diámetro dejados en los adobes (Fig. 5). La distancia máxima entre refuerzos verticales será de 60 cm.

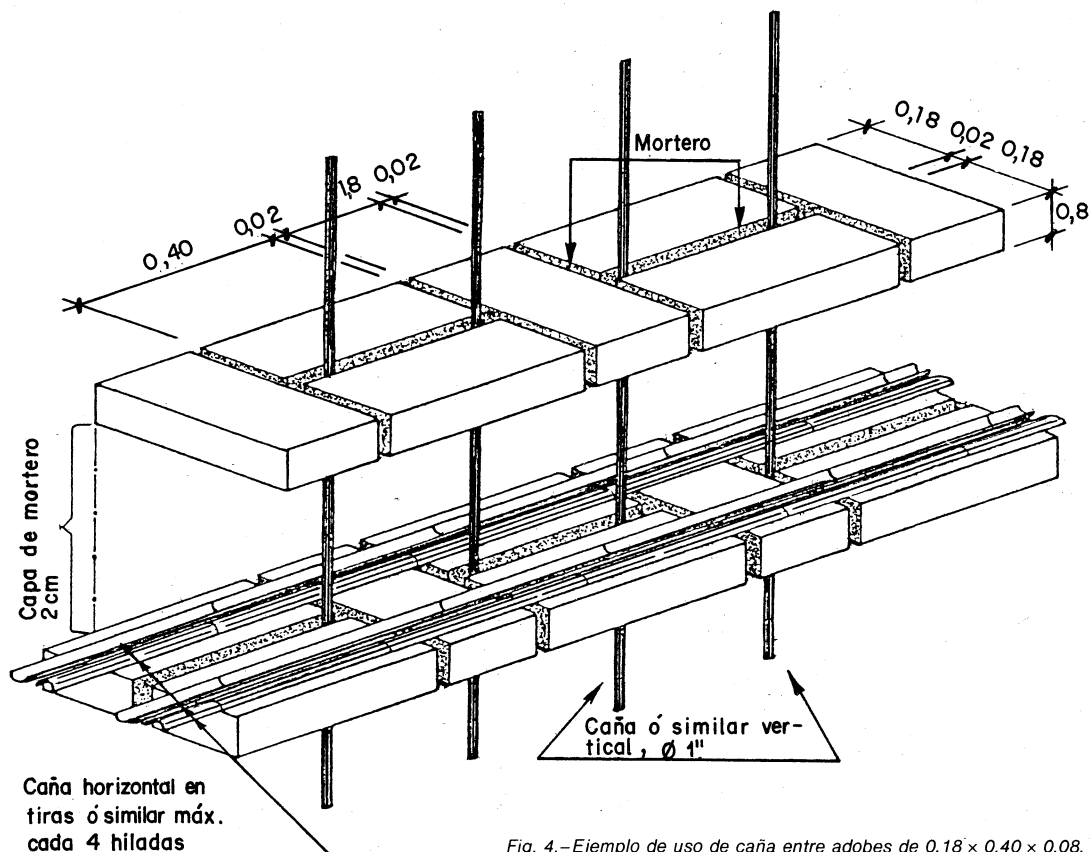


Fig. 4.—Ejemplo de uso de caña entre adobes de $0,18 \times 0,40 \times 0,08$.

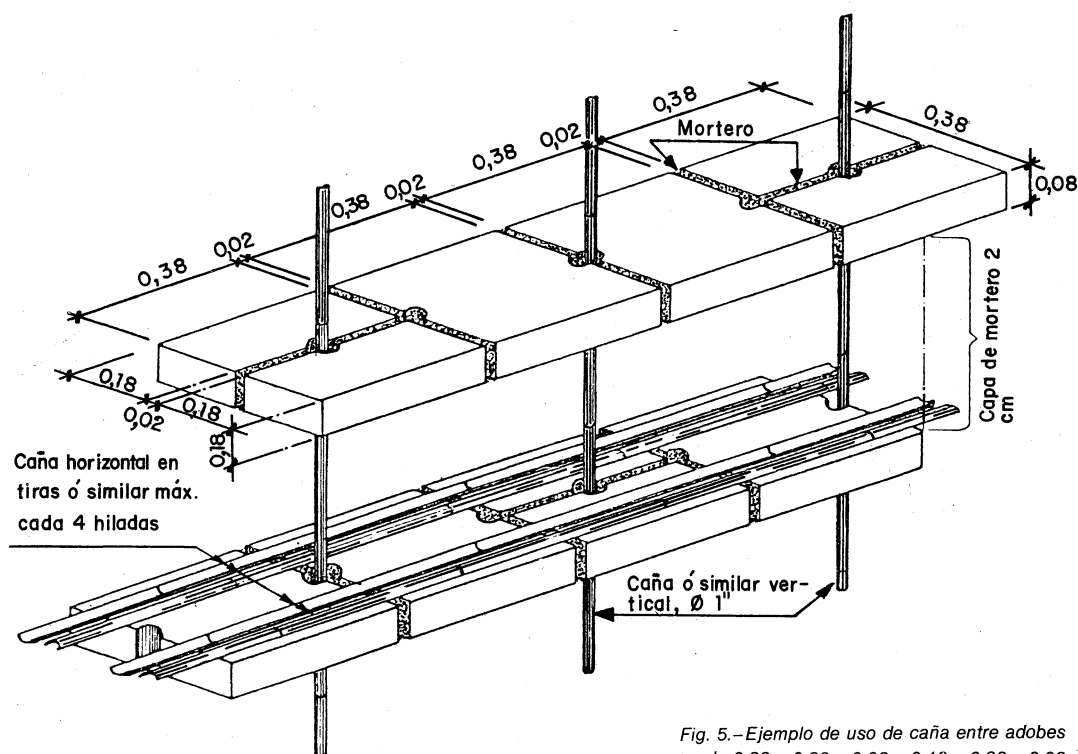


Fig. 5.—Ejemplo de uso de caña entre adobes de $0,38 \times 0,38 \times 0,08$ y $0,18 \times 0,38 \times 0,08$.

En ambos casos se asegurará la adherencia, rellenando los vacíos con mortero. Estas configuraciones serán obligatorias.

El refuerzo vertical deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca o elementos rectos y secos de eucalipto u otros similares.

- 9.3.2. Madera. Se usará en dinteles de vanos y vigas soleras sobre los muros.

La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiese.

10. MORTEROS

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán recibir el mayor cuidado.

- 10.1. Los morteros se clasificarán en 2 grupos:

- a) Tipo I (en base a cemento y arena).
- b) Tipo II (en base a tierra con o sin aglomerantes).

10.2. Mortero Tipo I:

Mortero de cemento-arena cuya relación volumétrica deberá estar comprendida entre 1:5 a 1:10.

Debe utilizarse arena gruesa (entre las mallas n.º 4 y n.º 30 ASTM).

Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

10.3. Mortero Tipo II:

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.

Deberá utilizarse paja seca en una proporción no menor de una parte de paja por dos partes de tierra, en volumen (1 % en peso).

Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

11. RECUBRIMIENTOS

Los muros de adobe simple deberán protegerse mediante enlucidos resistentes a la acción de la erosión y el intemperismo.

12. ESFUERZOS ADMISIBLES

- 12.1. Para todo tipo de edificaciones de categoría B (Normas Básicas de Diseño Sismorresistente), y las pertenecientes a conjuntos habitacionales (mayores de 20 viviendas), se realizarán ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño. Estos ensayos considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

12.2. Resistencia a Compresión de la Unidad

La resistencia a compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la mampostería.

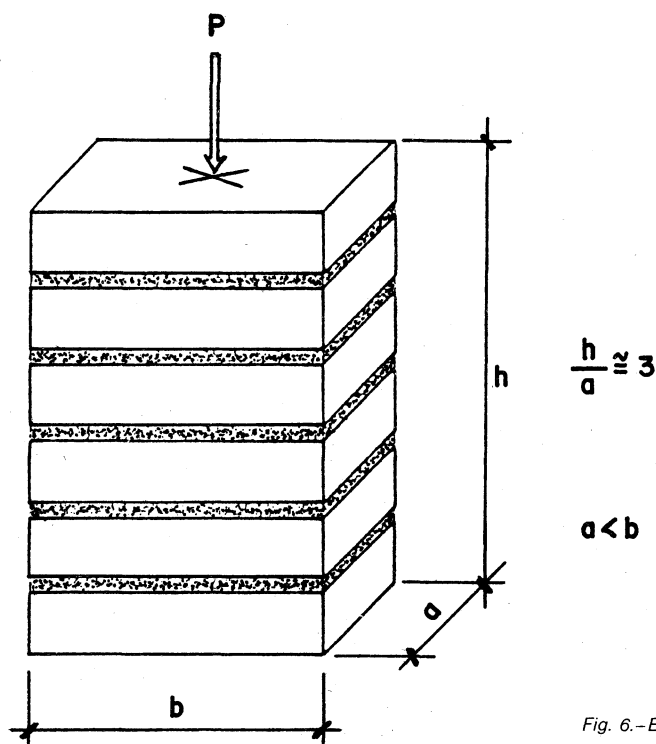


Fig. 6.-Ensayo de compresión axial.

La resistencia a la compresión se determinará ensayando cubos labrados cuya arista tendrá como dimensión la menor de la unidad de adobe. Se empleará un valor de la resistencia (f_o), calculado en base al área de la sección transversal. Este valor será el sobrepasado por el 80% de las piezas ensayadas.

El número mínimo de piezas a ensayar será de seis (6) y deberán estar completamente secas.

El valor de f_o no será menor de 12 kg/cm^2 .

12.3. Resistencia a Compresión de la Mampostería

La resistencia a compresión de la mampostería podrá determinarse por:

- a) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número de adobes enteros necesario para obtener un coeficiente de esbeltez (altura/espesor) de tres (3).

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Fig. 6.

Se tendrá especial cuidado de mantener la verticalidad de los especímenes. El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días. El número mínimo de pilas a ensayar será de tres (3).

El esfuerzo admisible a compresión del muro (f_m) se obtendrá con la expresión:

$$f_m = 0,4 \varnothing_e f'_m$$

donde: $\varnothing_e$ = factor de reducción por esbeltez del muro.

El factor $\varnothing_e$ puede ser obtenido en forma análoga a una columna elástica, pero no será mayor de 0,75.

f'_m = esfuerzo de compresión último de la pila. Este valor será el sobrepasado por 2 de cada 4 de las pilas ensayadas.

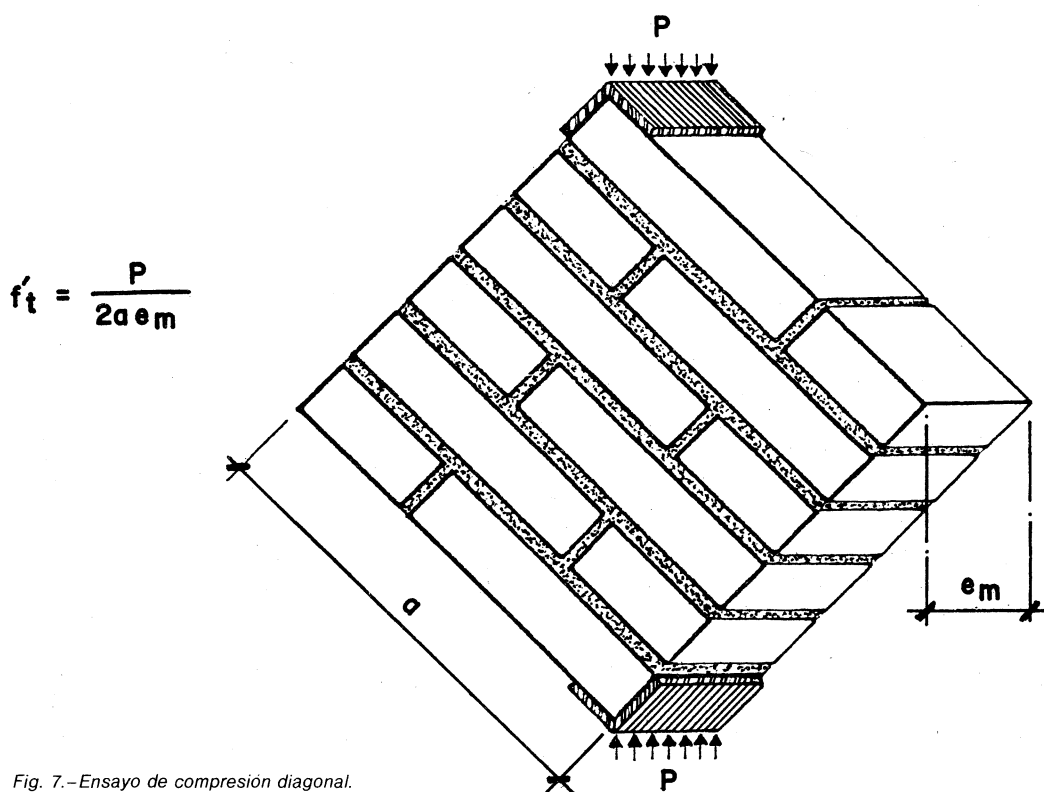


Fig. 7.—Ensayo de compresión diagonal.

En caso de no calcularse el factor de reducción por esbeltez del muro, se tomará la expresión:

$$f_m = 0,2 f'_m$$

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$$f_m = 2,0 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será:

$$1,25 f_m$$

12.4. Resistencia al Corte de la Mampostería

La resistencia al corte de la mampostería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Fig. 7.

Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

El esfuerzo admisible al cortel del muro (v_m) se obtendrá con la expresión:

$$v_m = 0,4 f'_t$$

donde: f'_t = esfuerzo último del murete de ensayo. Este valor será el sobrepasado por 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$$v_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

12.5. Resistencia a la Tracción por Flexión de la Mampostería para Cargas Perpendiculares a su Plano

La resistencia a la tracción por flexión de la mampostería se considerará como máximo:

$$f_a = 0,4 \text{ kg/cm}^2$$

No se considerará resistencia a tracción del mortero para cargas contenidas en el plano del muro.

13. DISEÑO DE MUROS

13.1. Diseño de Muros Longitudinales

La aplicación de la resistencia v_m se efectuará sobre el área transversal crítica de cada muro (descontando vanos si fuera el caso).

13.2. Diseño de Muros Transversales

Se recomienda utilizar métodos elásticos para el diseño de muros transversales para cargas perpendiculares a su plano.

publicación del i.e.t.c.c.

ACUEDUCTOS ROMANOS EN ESPAÑA

Carlos Fernández Casado

Prof. Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

Esta publicación se compone de una serie de artículos, publicados en la Revista «Informes de la Construcción», en los cuales se hace un análisis de los acueductos romanos que existen en España y el balance de las condiciones de conservación en que se encuentra cada uno de ellos, incluyendo referencias históricas y literarias. Se ha ilustrado con la reproducción de la valiosa documentación gráfica que posee el prestigioso autor.

Un volumen encuadernado en couché, a dos colores, de 21 x 27 centímetros, compuesto de 238 páginas, numerosos grabados, dibujos, fotos en blanco y negro y figuras de línea.

Precio: España, 900 ptas., 13 \$ USA.

